

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA
SAÚDE DO PORTO
INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

Diana Rodrigues Lima

O CONTRIBUTO DA TERAPIA OCUPACIONAL NA
ANÁLISE DOS AJUSTES POSTURAIS
ANTECIPATÓRIOS EM CRIANÇAS COM 9 E 10 ANOS
DE IDADE, NUM SISTEMA DE CAPTURA DE
MOVIMENTO EM TEMPO REAL – BIOSTAGE ®

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Terapia Ocupacional, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor António Marques (professor adjunto da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto) e coorientação científica de Mestre Maria João Trigueiro (professora assistente da área científica de terapia ocupacional da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto).

J u n h o , 2 0 1 2

RESUMO

O trabalho realizado teve como objetivo principal analisar os ajustes posturais antecipatórios que ocorrem durante o desempenho de uma tarefa motora fundamental (apanhar), em crianças entre os nove e os dez anos de idade, residentes no Porto e que apresentam um desenvolvimento normal com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage* ®. Como objetivo secundário pretendeu-se perceber de que forma este sistema pode ser uma ferramenta importante na prática clínica da terapia ocupacional.

Para tal, realizou-se um estudo de natureza quantitativa e de carácter descritivo e recorreu-se a uma amostra de 12 crianças, utilizando o método de amostragem não probabilística por conveniência. A recolha de dados efetuou-se no sistema *BioStage* ® e foi pedido que realizassem quatro itens do subteste 5 do *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)* – receção bi e unilateral de uma bola com e sem ressalto no chão.

Os resultados obtidos sugerem que as raparigas e as crianças mais novas demonstram ter menos estabilidade do tronco e pélvis ou menor capacidade de prever a trajetória da bola e que a receção unilateral foi mais difícil de efetuar pela maioria das crianças.

Para concluir, refere-se que o *BioStage* ® mostra-se útil e é uma mais-valia, contribuindo de forma positiva para a prática da terapia ocupacional, uma vez que pode ser considerado como um complemento ao processo de avaliação pois faz uma análise detalhada, precisa e objetiva e identifica aspetos de difícil mensuração através da observação.

Palavras-chave: *BioStage* ®, ajustes posturais antecipatórios, padrão de movimento, terapia ocupacional

ABSTRACT

The work aimed to analyze the anticipatory postural adjustments that occur during the performance of a motor task (to catch) in children between nine and ten years old, living in Oporto and have a normal development, using the capture system and parameterization of the real-time movement *BioStage* ®. As a secondary goal we sought to understand how this system can be an important tool in clinical practice of occupational therapy.

We design a descriptive quantitative study, and use a non-probability, by convenience sampling method to select twelve children. The data collection was made using the *BioStage* ® system, and the children was asked to perform four items of the subtest 5 from *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* (BOTMP) – bi and unilateral reception with and without a ball bounce on the floor.

The results obtained suggest that girls and younger children shown to have more instability of the trunk and pelvis or lower ability to predict the trajectory of the ball, and that a unilateral reception was more difficult to perform by most children.

To conclude, refers that the *BioStage* ® shown to be useful and is an added value, contributing positively to the practice of occupational therapy, since it can be considered as a complement to the evaluation process as it makes a detailed, accurate and objective analysis and identifies aspects of difficult measurement through observation.

Keywords: *BioStage* ®, anticipatory postural adjustments, movement pattern, occupational therapy

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
INTRODUÇÃO.....	5
CAPÍTULO I: Revisão Bibliográfica.....	7
1. Desenvolvimento Motor.....	8
1.1. Teorias do desenvolvimento motor.....	9
1.2. Competências motoras	10
2. Aprendizagem motora.....	18
3. Controlo Motor	19
4. Controlo Postural	24
CAPÍTULO II: Métodos.....	32
1. Participantes	34
2. Instrumentos	36
2.1. <i>Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)</i>	36
2.2. <i>Biostage</i> ® - <i>Sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real</i>	38
3. Procedimentos	39
CAPÍTULO III: Resultados.....	42
1. Receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	43
2. Receção unilateral com mão preferencial e ressalto da bola no chão	48
3. Receção bilateral sem ressalto da bola no chão	60
4. Receção unilateral com mão preferencial sem ressalto da bola no chão	67
CAPÍTULO IV: Discussão.....	76
CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
Anexos.....	98

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BOTMP - *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency*

c/ - com

Cot – cotovelo

Dir – direito (a)

EMG – eletromiografia

Elev – elevação

Esq – esquerdo (a)

Ext – extensão

Flex – flexão

lat - lateral

Rot – rotação

Omb – ombro

s/ - sem

SNC – sistema nervoso central

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: valores da flexão torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão....	44
Figura 2: valores da flexão lateral torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	44
Figura 3: valores da rotação torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão ..	45
Figura 4: valores da anteversão da pélvis na receção bilateral com ressalto da bola no chão	46
Figura 5: valores da elevação direita da pélvis na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	46
Figura 6: relação entre os movimentos dos membros superiores, tronco e pélvis da criança 10 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão	47
Figura 7: relação entre segmentos mais recrutados pela criança 6 na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	48
Figura 8: valores da flexão do cotovelo esquerdo na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	49
Figura 9: valores da flexão do cotovelo direito na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	49
Figura 10: valores da flexão lombar na receção unilateral com ressalto da bola no chão .	50
Figura 11: valores da flexão lateral direita torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	51
Figura 12: relação entre os valores da flexão lateral direita torácica das crianças 9 e 12 na receção unilateral e bilateral com ressalto da bola no chão.....	51
Figura 13: valores da rotação torácica na receção unilateral com ressalto da bola no chão	52
Figura 14: valores da anteversão da pélvis na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	53
Figura 15: valores da flexão da anca direita na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	53
Figura 16: valores da flexão da anca direita na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	54
Figura 17: relação entre os valores da flexão da anca esquerda das crianças 3, 4, 9, 10 e 12 na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	54

Figura 18: relação entre os valores da flexão da anca direita das crianças 3, 4, 9, 10 e 12 na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	55
Figura 19: valores de flexão do joelho esquerdo na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	55
Figura 20: valores de flexão do joelho direito na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	56
Figura 21: relação entre os valores dos movimentos de flexão dos membros superiores da criança 10 na receção unilateral com ressalto da bola no chão	57
Figura 22: relação entre os valores de flexão do tronco e anteversão da pélvis da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	57
Figura 23: relação entre os valores de elevação direita da pélvis e flexão lateral do tronco da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	58
Figura 24: relação entre os valores dos movimentos de flexão das ancas e joelhos da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão.....	58
Figura 25: relação entre os valores dos movimentos de flexão, rotação do tronco e anteversão da pélvis da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão	59
Figura 26: relação entre os valores dos movimentos de flexão das ancas e joelhos da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão	59
Figura 27: relação entre os valores dos movimentos dos membros superiores da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão.....	60
Figura 28: valores da flexão torácica na receção bilateral sem ressalto da bola no chão ..	61
Figura 29: valores da flexão lombar na receção bilateral sem ressalto da bola no chão....	61
Figura 30: valores de anteversão da pélvis na receção bilateral sem ressalto da bola no chão.....	62
Figura 31: relação entre os valores da rotação torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão.....	63
Figura 32: relação entre os valores da rotação torácica na receção bilateral sem ressalto da bola no chão.....	63
Figura 33: relação entre os valores da flexão das ancas nas crianças 1, 6, 10 e 12 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão	64
Figura 34: relação entre os valores de flexão do joelho esquerdo na receção bilateral sem ressalto da bola no chão.....	65

Figura 35: relação entre os valores de flexão do joelho esquerdo na receção bilateral sem ressalto da bola no chão.....	65
Figura 36: relação entre os valores de flexão dos membros superiores e do tronco, anteversão da pélvis e flexão das ancas da criança 3 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão.....	66
Figura 37: relação entre os valores de flexão do tronco, anteversão da pélvis e flexão da anca esquerda da criança 10 na receção bilateral com e sem ressalto da bola no chão.....	66
Figura 38: relação entre os valores de rotação, flexão lateral do tronco e elevação da pélvis da criança 10 na receção bilateral com e sem ressalto da bola no chão	67
Figura 39: valores de flexão do cotovelo direito na receção unilateral sem ressalto da bola no chão.....	68
Figura 40: valores de flexão do cotovelo direito na receção unilateral sem ressalto da bola no chão.....	68
Figura 41: valores da flexão torácica na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	69
Figura 42: valores da flexão lateral torácica na receção unilateral sem ressalto da bola no chão.....	69
Figura 43: valores da rotação do tronco na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	70
Figura 44: relação entre os valores de flexão torácica e anteversão da pélvis da criança 3 na receção unilateral e bilateral sem ressalto no chão	71
Figura 45: relação entre os valores de flexão das ancas na receção unilateral sem ressalto no chão nas crianças 1, 2, 8, 9 e 10 (raparigas)	72
Figura 46: relação entre os valores de flexão das ancas na receção unilateral sem ressalto no chão nas crianças 4, 5, 6, 7, 11 e 12 (rapazes).....	72
Figura 47: relação entre os valores de flexão do tronco superior e anteversão da pélvis das crianças 3 e 1 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	73
Figura 48: relação entre os valores de rotação, flexão lateral torácica e elevação lateral da pélvis das crianças 3 e 1 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão	74
Figura 49: relação entre os valores de flexão das ancas e joelhos das crianças 3 e 1 na tarefa de receção unilateral sem ressalto da bola no chão	74

INTRODUÇÃO

A análise das ações humanas através de um computador está a ganhar cada vez mais interesse, principalmente o processo de captura de movimento humano (Moeslund & Granum, 2001). O *BioStage* ® surge, atualmente, como um equipamento extremamente avançado de captura e parametrização do movimento em tempo real e apresenta um ponto forte que o diferencia dos restantes equipamentos - é um sistema não-invasivo que não apresenta necessidade de fatos especiais, marcadores ou sensores (Organic Motion, 2010).

A utilização do *BioStage* ® neste estudo foi fundamental para capturar os padrões de movimento dos ajustes posturais antecipatórios (APA's) resultantes das tarefas de recepção bi e unilateral com e sem ressalto da bola no chão (quatro itens do subteste 5 do *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency - BOTMP*).

Assim, este trabalho ambicionou analisar os ajustes posturais antecipatórios que ocorreram durante o desempenho de uma tarefa motora fundamental (apanhar), em crianças com nove e dez anos de idade, neste sistema de captura. Além disso, averiguou-se se o *BioStage* ® é uma ferramenta útil e importante para a terapia ocupacional já que este sistema tem demonstrado inúmeras aplicações na área do desporto, da ortopedia, e da fisioterapia, em investigações biomecânicas da marcha, postura e equilíbrio (Organic Motion, 2010).

Neste sentido, e para atingir os objetivos propostos, o trabalho foi estruturado em quatro partes principais: revisão bibliográfica, métodos, resultados e discussão.

Na revisão bibliográfica, foi abordado a temática do comportamento motor, as três áreas que o compõem e analisou-se principalmente o desenvolvimento e o controlo motor. Depois, direcionou-se o estudo para o controlo postural, focando-se essencialmente no equilíbrio e destacando-se os ajustes posturais antecipatórios (APA's), que são o tema fulcral deste trabalho.

Nos métodos, foi descrita a metodologia utilizada, no qual se caracterizou a amostra, focou-se os instrumentos utilizados e delineou-se os procedimentos necessários a realizar ao longo do estudo.

No terceiro capítulo, procedeu-se à análise descritiva dos dados, onde foram descritos e identificados padrões de movimentos resultantes de diferentes segmentos – membros superiores, tronco, pélvis e membros inferiores.

Por último, procedeu-se à discussão dos resultados, onde foram comparados os dados obtidos com os dados encontrados na literatura.

CAPÍTULO I

Revisão Bibliográfica

O **comportamento motor** é a descrição de qualquer movimento ou ação motora usados para concluir uma tarefa ou atingir um objetivo (Utley & Astill, 2008). Além disso, é uma área de estudo dedicada a compreender como os seres humanos controlam os seus movimentos e aprendem as competências motoras (Fairbrother, 2010), aspetos que podem ser influenciados por fatores próprios do indivíduo (biologia), do ambiente (experiência) e inerentes à tarefa em si (físicos/mecânicos) (Gallahue & Ozmun, 2002). Normalmente, e para facilitar o seu estudo, o comportamento motor é dividido em três áreas, o **desenvolvimento motor**, a **aprendizagem motora** e o **controlo motor**, que serão descritas de seguida (Fairbrother, 2010; Utley & Astill, 2008).

1. Desenvolvimento Motor

O desenvolvimento motor é uma subdisciplina na área do comportamento motor que se concentra nas mudanças do desempenho motor ao longo da vida (Fairbrother, 2010) e é um processo contínuo pelo qual as crianças adquirem padrões de movimento e competências (Malina, Bouchard, & Bar-or, 2004). Para além disso, no desenvolvimento motor ocorrem alterações progressivas e contínuas do comportamento motor (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008), proporcionadas pela interação entre as exigências da tarefa, a biologia do indivíduo e as condições do ambiente (Gallahue & Ozmun, 2002; Malina, et al., 2004).

A investigação do desenvolvimento motor proporciona, nos primeiros anos de vida, informações preciosas que permitem compreender aspetos importantes subjacentes aos processos de mudança e aos fatores que influenciam esses processos (Gallahue & Ozmun, 2002). Estas mudanças do desenvolvimento motor foram amplamente estudadas, surgindo duas principais teorias que as pretendem explicar e que serão focadas em seguida. Para além disso, focaremos também as diferentes competências motoras e o seu desenvolvimento.

1.1. Teorias do desenvolvimento motor

A **teoria da Maturação** foi liderada por Arnold Gesell e tornou-se popular durante a década de 1930 (Case-Smith, 2010). Centra-se no estudo de processos maturacionais hierárquicos no desenvolvimento do Sistema Nervoso Central (SNC) desde o nascimento e ao longo da infância, sendo a genética e a hereditariedade os principais responsáveis pelo desenvolvimento motor (Campbell, 2006; Gallahue & Ozmun, 2002). De acordo com esta teoria, o processo de crescimento e o desenvolvimento de competências motoras em geral segue uma direção céfalo-caudal e próximo-distal (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010; Delahunt, 2002; Gallahue & Ozmun, 2002; Hadders-Algra, 2002; O'Brien & Williams, 2010; Zastrow & Kirst-Ashman, 2010). Para além disso, a teoria salienta algumas normas (por exemplo, qual o momento em que a maioria das crianças se senta, gatinha ou fala) (Charlesworth, 2011) que forneceram uma base para avaliações padronizadas das competências motoras (Heriza, 1991). Atualmente, as normas ou padrões de referência resultantes desta teoria continuam a ser muito utilizados (Haywood & Getchell, 2009), servindo de guia para a medição dos parâmetros da normalidade.

A **teoria dos Sistemas Dinâmicos** foi expandida por Kugler, Kelso e Turvey e considera o desenvolvimento como função do contexto ambiental e da estrutura temporal da história de vida (Gallahue & Ozmun, 2002). Nela, o desenvolvimento é visto como um processo não-linear e descontínuo (Campbell, 2006; Gallahue & Ozmun, 2002; Larin, 2006) e os padrões de desempenho emergem da interação e cooperação de diversos sistemas, tanto internos como externos à criança (Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2009). Segundo esta teoria, os seres humanos são vistos como sistemas biológicos complexos que englobam vários subsistemas, como o sensório-motor, perceptivo, esquelético (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010), sensorial, cognitivo, sócio-emocional e ambiental (O'Brien & Williams, 2010). Esses subsistemas estão em constante interação com os fatores extrínsecos, nomeadamente as condições ambientais e tarefas específicas requeridas (Case-Smith, 2010; Hadders-Algra, 2002) com os quais interagem e cooperam de forma auto-organizada (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002) de maneira a fazer com que o comportamento motor surja independente de qualquer sistema (Alexander et al, 1993 cit. in Gallahue & Ozmun, 2002).

1.2. Competências motoras

As competências motoras são comportamentos ou ações observáveis e dirigidas que um indivíduo utiliza para se mover e interagir fisicamente com as tarefas, os objetos e os contextos durante a execução de uma atividade do dia-a-dia (Fisher, 2005) que inclui o planeamento, a sequenciação e a execução de novos movimentos (Fisher, 2006). Para Utley & Astill (2008) são ações ou tarefas que visam atingir um objetivo específico de forma eficiente, sendo estas adquiridas com a prática.

A aquisição de competências motoras ocorre numa sequência previsível (Delahunt, 2002). Inicialmente a criança tem reflexos primitivos e sobre eles constrói movimentos posturais, progredindo depois para respostas locomotoras e finalmente, para uma série de movimentos manipulativos (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008). As competências motoras fundamentais podem ser categorizadas como de estabilidade, de locomoção e de manipulação (Gallahue & Ozmun, 2002; Keenan & Evans, 2009; Payne & Isaacs, 2002; Utley & Astill, 2008). De seguida, abordaremos de forma sucinta o seu desenvolvimento durante a infância, até à sua maturação. No entanto, é fundamental referir que esses marcos são apenas aproximações, porque todas as crianças são diferentes e, por isso mesmo, o ritmo de aquisição de cada competência difere de criança para criança (Case-Smith, 2010; Delahunt, 2002; Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008).

O **equilíbrio** (competência de estabilidade) é uma competência essencial para a execução de ações motoras (Streepey & Angulo-Kinzler, 2002) e é o precursor necessário para todas as competências de locomoção na posição vertical, como por exemplo, andar, correr e saltar (Nashner, 1997; Roncesvalles, Woollacott, & Jensen, 2001; Utley & Astill, 2008). Segundo Shumway-Cook & Woollacott (2007), o desenvolvimento do equilíbrio cumpre uma sequência céfalo-caudal, tal como Gesell definiu na teoria da neuromaturação.

Numa primeira fase de desenvolvimento desta competência, as crianças desenvolvem reações de retificação, possíveis de observar a partir dos três meses e que persistem até aos seis meses de idade. As reações de equilíbrio e extensão protectiva estão presentes por volta dos seis meses e persistem por toda a vida para permitirem a posição vertical (O'Brien & Williams, 2010). As sinergias posturais estão presentes aos dois anos (O'Brien & Williams, 2010) e, posteriormente ocorre o refinamento do controlo postural, entre os dois e os sete anos (Utley & Astill, 2008). Entre os sete/dez anos de idade, o

controlo postural das crianças é semelhante ao do adulto (Assaiante, 1998; Hatzitaki, Zisi, Kollias, & Kioumourtzoglou, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008) sendo as crianças até aos dez anos de idade menos eficientes do que os adultos no controlo do equilíbrio, quer estático quer dinâmico, porque estas preferem *inputs* visuais à informação vestibular para alcançar o equilíbrio corporal, ao contrário do adulto (Ionescu, Morlet, Froehlich, & Ferber-Viart, 2006). Segundo Rival, Ceyte, & Olivier (2005) é entre os sete/oito anos que as estratégias posturais começam a assemelhar-se a um adulto, observando-se uma melhoria na coordenação cabeça-tronco, devido a um refinamento de ambos ao nível de atividade muscular e uma mudança na informação sensorial - as crianças tornam-se menos dependentes da visão.

Outros estudos desenvolvidos demonstraram que as crianças com dez anos de idade apresentam um melhor equilíbrio com os olhos abertos do que com os olhos fechados, uma vez que de olhos fechados, a amplitude (por exemplo, deslocação máxima do centro de massa) e a frequência (por exemplo, velocidade média do centro de pressão do pé) são maiores (Humphriss, Hall, May, & Macleod, 2011; Rival, et al., 2005).

Para além disso, existem também estudos que revelam que as meninas obtêm consistentemente um melhor equilíbrio (tanto dinâmico como estático) do que os meninos (Humphriss, et al., 2011; Shala, 2009), até aproximadamente aos sete/oito anos de idade, que é a altura em que os meninos se igualam às meninas (Gallahue & Ozmun, 2002). Aos doze anos de idade, tanto os meninos como as meninas obtêm rápidos ganhos ao nível do equilíbrio (Gallahue & Ozmun, 2002).

No que diz respeito ao equilíbrio num só pé, é por volta dos nove/dez anos que a estabilidade postural e a força estão suficientemente desenvolvidas para as crianças se manterem nessa posição (Case-Smith, 2010), o que poderá estar relacionado com a melhor capacidade de perceção visual (Hatzitaki, et al., 2002). Como já foi referido, o equilíbrio melhora ao longo dos anos e, na adolescência, proporciona aos jovens a capacidade para praticar desportos com alguma perícia (Case-Smith, 2010).

O equilíbrio influencia todos dos movimentos e, as crianças com má postura e/ou equilíbrio exibem competências motoras limitadas, uma vez que a base para a realização de movimentos competentes não está bem desenvolvida (O'Brien & Williams, 2010). Caso

isto aconteça, as crianças apresentarão dificuldades nas competências de locomoção, nomeadamente o andar, o correr e o saltar, que abordaremos de seguida.

O **andar** envolve a deslocação de um local para outro, colocando um pé à frente do outro e mantendo sempre contacto com a superfície de apoio (Gallahue & Ozmun, 2002). Andar é caracterizado por uma troca pendular entre a energia potencial gravitacional e a energia cinética do centro de massa do corpo (Schepens, Willems, & Cavagna, 1998). Numa primeira fase, as crianças começam a assumir a posição de pé, com ajuda, por volta dos oito/nove meses de idade (Bradley & Westcott, 2006; Piek, 2006; Woollacott & Shumway-Cook, 1990) mas, o andar de forma independente, inicia-se por volta dos onze/doze meses de idade (Burton & Rodgerson, 2003; Roncesvalles, et al., 2001; Utley & Astill, 2008). Aos dezasseis meses, as crianças são capazes de caminhar lateralmente (Gallahue & Ozmun, 2002) e aos dezoito meses caminham para trás (Tecklin, 2008). O ponto de maturação do andar situa-se entre os quatro e sete anos de idade (Gallahue & Ozmun, 2002), onde há um desenvolvimento dos ajustes posturais antecipatórios e dos padrões de ativação muscular (Holt, Saltzman, Ho, Kubo, & Ulrich, 2006; Woo, Burns, & Johnston, 2003). Nas crianças com sete/oito anos, o padrão de marcha está muito bem estabelecido, assemelhando-se à de um adulto (Adolph, Vereijken, & Shrout, 2003; Pufall & Dunbar, 1992; Woollacott & Shumway-Cook, 1990). A partir desta idade as crianças continuam a refinar e aperfeiçoar os movimentos inerentes a esta competência até à adolescência (Hallemans, Clercq, Otten, & Aerts, 2005; Utley & Astill, 2008), como por exemplo, o comprimento da passada, que aumenta devido à completa amplitude de movimento dos quadris, joelhos e tornozelos, mas também devido ao aumento do comprimento da perna que resulta do crescimento (Haywood & Getchell, 2009).

O **correr** difere do andar porque existe uma breve fase aérea em cada passo, no qual o corpo fica sem contacto com a superfície de apoio (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008; Whitall & Getchell, 1995). Numa fase inicial, por volta dos dezoito meses, as crianças adotam uma ampla base de apoio (Haywood & Getchell, 2009) e a corrida parece uma caminhada rápida com um pé sempre em contacto com a superfície de apoio (Gallahue & Ozmun, 2002). A fase aérea é primeiramente observada por volta dos dois/três anos de idade (Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008). Ou então, como referem Whitall & Getchell (1995) as crianças começam a correr geralmente, seis a sete meses depois de começarem a andar. Aos cinco/seis anos de idade

as crianças são capazes de correr com um bom controlo e coordenação (Utley & Astill, 2008). Posteriormente, nos anos seguintes, observa-se um aumento na velocidade da corrida (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009) e um refinamento e aperfeiçoamento desta competência (Utley & Astill, 2008).

O **saltar** ocorre quando as crianças se impulsionam do solo com um ou ambos os pés e aterram com os dois pés (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009), o que exige força, coordenação e equilíbrio (Case-Smith, 2010). Numa primeira fase, por volta dois/três anos de idade, as crianças são capazes de saltar de uma superfície elevada com os dois pés (Case-Smith, 2010; Haywood & Getchell, 2009; Tecklin, 2008), embora não se verifique o uso simétrico de ambos os pés na descolagem e aterragem (Haywood & Getchell, 2009). Por volta dos cinco anos de idade as crianças saltam para a frente (salto em distância) (Haywood & Getchell, 2009; Tecklin, 2008). O salto unipodal desenvolve-se por volta dos três anos, em que as crianças são capazes de saltar até três vezes no pé de preferência (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Tecklin, 2008), quatro a seis vezes no mesmo pé aos quatro anos de idade (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009) e oito a dez vezes no mesmo pé aos cinco anos (Gallahue & Ozmun, 2002). O padrão maduro do salto unipodal com alternância rítmica está presente aos seis anos de idade. A competência de saltar está completamente desenvolvida aos seis anos de idade, pois as crianças são capazes de recorrer a movimentos simétricos e coordenados dos membros superiores e inferiores (Campbell, 2006; Case-Smith, 2010; Click & Parker, 2011; Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009). A partir desta idade, as crianças encontram-se muito próximas do nível do adulto, mas é fundamental o refinamento e o aperfeiçoamento desta competência (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008). Assim, podemos concluir que as competências de locomoção observadas nas crianças mudam com o desenvolvimento, mas também com o crescimento e a prática, tal como se verifica nas competências de manipulação como é referido pelos autores Thomas, Lee, & Thomas (2008). As competências de manipulação, nomeadamente o alcançar/agarrar, o largar, o lançar e o apanhar serão abordados a seguir.

O padrão maduro de preensão envolve a integração harmoniosa do **alcançar e agarrar** numa ação única e estereotipada (Kuhtz-Buschbeck, Stolze, Jöhnk, Boczek-Funcke, & Illert, 1998; Piek, 2006; Utley & Astill, 2008; van de Kamp & Zaal, 2007) que podem ser realizadas utilizando uma mão (unimanual/unilateral) ou ambas as mãos

(bimanual/bilateral) (Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008). O alcançar diz respeito ao posicionamento espacial do braço e da mão num local adequado (Daprati & Gentilucci, 1997; Kuhtz-Buschbeck, et al., 1998; Utley & Astill, 2008; Watt, Bradshaw, Clarke, & Elliot, 2003) de forma a pré-programar a direção e a distância do alcance e da preensão (Rosenbaum, 2010; Utley & Astill, 2008). O agarrar refere-se à abertura e ao encerramento da mão (van de Kamp & Zaal, 2007; Watt, et al., 2003), em que os dedos moldam e cercam o objeto de acordo com o seu tamanho e a forma (Daprati & Gentilucci, 1997; Kuhtz-Buschbeck, et al., 1998; Rosenbaum, 2010; Schum, Jovanovic, & Schwarzer, 2011; Utley & Astill, 2008).

O primeiro ano de vida é caracterizado por uma transição da pega global para a pega de precisão (Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008). Numa fase inicial, mesmo quando o bebé é prematuro, este tenta automaticamente tomar posse de um objeto colocado nas suas mãos, através do reflexo de agarrar (Berk, 2006; Case-Smith, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002; Tecklin, 2008; Utley & Astill, 2008). Ainda antes dos dois meses de idade, as crianças tentam alcançar através de estratégias balísticas (Jeannerod, 1981 cit. in Bradley & Westcott, 2006). Até aos quatro meses de idade, as crianças já têm um movimento de extensão do braço provocado por um objeto, mas normalmente não é preciso o suficiente para contactar com esse objeto (Exner, 2010; Haywood & Getchell, 2009; Piek, 2006; Schneiberg, Sveistrup, McFadyen, McKinley, & Levin, 2002; van der Fits, Klip, van Eykern, & Hadders-Algra, 1999). Entre os quatro/cinco meses de idade, aparece o alcançar voluntário e as crianças já agarram os objetos com a mão inteira (Coluccini, Maini, Martelloni, Sgandurra, & Cioni, 2007), começando a mover as mãos sob controlo visual para alcançar um objeto e a fazer movimentos diferenciados dos dedos (Bradley & Westcott, 2006; Exner, 2010; Gallahue & Ozmun, 2002). Nesta altura, a criança apresenta uma preensão palmar em que os dedos flexionados e o polegar está aduzido para apertar o objeto contra a palma da mão (Case-Smith, 2010). Aos seis meses de idade observa-se um alcançar direto unilateral e bilateral onde a criança de forma harmoniosa e com precisão estende o braço em direção ao objeto (Case-Smith, 2010; Utley & Astill, 2008). O agarrar também é bem sucedido nesta idade (van der Fits, et al., 1999), observando-se o uso de um padrão palmar radial em que os dois primeiros dedos seguram o objeto contra o polegar (Case-Smith, 2010). A capacidade de agarrar uma variedade de objetos aumenta significativamente entre os seis e os nove meses de idade (Exner, 2010; Schneiberg, et al., 2002), mas é entre os oito/dez meses de idade que se desenvolve a pega

de precisão (Exner, 2010; Flanagan & Johansson, 2002; Gallahue & Ozmun, 2002; Geerts, Einspieler, Dibiasi, Garzarolli, & Bos, 2003; Tecklin, 2008). Com apenas nove meses de idade, os bebés fazem movimentos de preensão em que a abertura da mão é pré-configurada para refletir o tamanho e a orientação do objeto de destino (Exner, 2010; Rosenbaum, 2010; Watt, et al., 2003). Por volta dos dez meses de idade, elas podem ajustar a sua velocidade de movimento de acordo com as exigências da tarefa (Rosenbaum, 2010). A competência de alcançar assemelha-se à de um adulto aos nove/dez anos de idade, continuando a ser refinada durante a adolescência (Flanagan & Johansson, 2002; Utley & Astill, 2008). O agarrar assemelha-se ao de um adulto aos seis/oito anos de idade (Utley & Astill, 2008), mas continua a ser refinado até aproximadamente aos doze anos de idade, momento em que as crianças preparam a mão com a abertura ideal para o tamanho do objeto desde o início do movimento de alcance (Exner, 2010).

O **largar** é definido como um soltar intencional de um objeto da mão, num momento e lugar específico, e depende do controlo dos movimentos do braço, ou seja, da necessidade do membro superior estabilizar, assim como dos dedos, exigindo uma coordenação precisa das forças destes (Eliasson & Gordon, 2000). O largar voluntário dos objetos ocorre por volta dos sete/oito meses de idade (Case-Smith, 2010; Utley & Astill, 2008) e é caracterizado pela extensão completa de todos os dedos (Case-Smith, 2010). Aos nove meses de idade, a criança começa a largar objetos sem estabilização (Exner, 2010) e aos dez meses, os objetos são propositadamente largados com algum controlo, principalmente do úmero quando a criança move o braço para soltar os objetos em locais diferentes (Case-Smith, 2010; Utley & Astill, 2008). Com um ano de idade, as crianças largam os objetos com o ombro, o cotovelo e o punho estáveis (Exner, 2010) e o largar de forma controlada acontece entre os catorze e os dezoito meses de idade (Gallahue & Ozmun, 2002). Ao longo dos anos, esta competência vai sendo refinada, e por volta dos nove/dez anos, ela já se encontra devidamente desenvolvida, havendo um largar voluntário no momento adequado, o que se deve à capacidade de graduar a extensão dos dedos, evidenciando um maior controlo dos músculos intrínsecos da mão (Exner, 2010).

O **lançar** ou atirar é constituído por três fases: a fase preparatória, a fase de execução/ação e a fase “pós-conclusão” (Lorson, 2003 cit. in Payne & Issacs, 2002) e engloba dois padrões de lançamento - “overarm”, ou seja, atirar por cima do ombro, ou “underarm”, atirar por baixo junto à perna (Mariñas, 2007; Ratanapinunchai & Silsupadol,

2001; Utley & Astill, 2008) com a utilização de uma ou ambas as mãos (Utley & Astill, 2008). Inicialmente, o atirar envolve um movimento rígido do corpo e a limitação de movimento do braço (Utley & Astill, 2008). Por volta dos dois anos de idade, o atirar envolve um movimento de empurrar, com o cotovelo a fornecer a força para o lançamento (Case-Smith, 2010) e as crianças devem ser capazes de atirar uma bola para a frente e manter o equilíbrio de modo que o seu corpo também não avance (Exner, 2010). Entre os dois anos e meio e os três anos de idade, as crianças podem apontar a bola em direção a um alvo e projetar a bola até cerca de 1 metro de distância (Exner, 2010; Tecklin, 2008). Por volta dos três anos e meio de idade, as crianças são capazes de atirar a bola até cerca de 1,5-2 metros de distância de um alvo com pouco desvio numa linha reta (Exner, 2010). Entre os quatro e os cinco anos de idade, as crianças já demonstram uma deslocação do peso para a frente com o lançamento por cima do ombro, aumentando assim a força da bola e a distância lançada (Case-Smith, 2010; Click & Parker, 2011; Ratanapinunchai & Silsupadol, 2001). Com esta idade, as crianças também são capazes de atingir um alvo a 5 metros de distância de forma bastante consistente. Este padrão desenvolve-se gradualmente, e as crianças entre seis e sete anos de idade são capazes de atirar um objeto até cerca de 3,5 metros de distância utilizando o lançamento por cima do ombro. No lançamento “underarm”, atirar uma bola a um alvo também é possível em crianças de cinco anos de idade ou mais (Exner, 2010). Esta competência assemelha-se do adulto entre os sete e os nove anos de idade, uma vez que a criança passa a fazer uso de uma maior amplitude de movimento, assim como de uma maior libertação e ajuste dos graus de liberdade do movimento (Utley & Astill, 2008).

O **apanhar** (ou interceção) uma bola envolve a coordenação de alcançar e agarrar mas também envolve o uso das mãos a fim de parar objetos lançados. O apanhar pode ser realizado por cima (quando o objeto se encontra acima da cintura) ou por baixo (quando o objeto a ser apanhado está abaixo da cintura) (Gallahue & Ozmun, 2002). A interceção de objetos em movimento é uma tarefa complexa de coordenação (Filipčič, 2010) também denominada de cálculo de tempo de coincidência/antecipação (Gallahue & Ozmun, 2002) que exige a previsão da futura localização do objeto (van der Meer, van der Weel, & Lee, 1994) e uma reação motora específica (Gallahue & Ozmun, 2002). O apanhar exige a competência para completar os movimentos e posicionar as mãos na posição correta e no local exato (Haywood & Getchell, 2009).

Esta é também definida como uma tarefa de tempo coincidente que envolve a interação complexa da informação visual e do comportamento motor para um único ponto de interceção (Gabbard, 2002). São muitos os fatores que influenciam esta competência, como os aspetos físicos da bola (tamanho cor, textura e forma) e a distância a percorrer, a trajetória e a velocidade (Haywood & Getchell, 2009; Payne & Isaacs, 2002) mas também o campo de visão e os níveis de iluminação (Savelsberg & van der Kamp, 2000 cit. in Gallahue & Ozmun, 2002).

Numa fase inicial, por volta dos dois/três anos de idade, as crianças respondem a bolas aéreas com movimentos atrasados dos membros superiores e necessitam de ser orientadas na forma como posicionar os braços (Tecklin, 2008). Posteriormente, por volta dos três/quatro anos, as crianças apresentam reação de medo e um padrão de fuga (Gallahue & Ozmun, 2002). O padrão maduro do movimento de apanhar está desenvolvido aos seis anos de idade (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008), altura em que a mão tem que ser posicionada no ponto de interceção, seguido por um ajustamento espacial, de tal forma que a bola faça contacto com a mão na região do metacarpo e o agarrar seja iniciado (Filipčič, 2010).

As competências como a interceção e a antecipação são desenvolvidas durante o período dos sete aos doze anos (Utley & Astill, 2008) e, por isso mesmo, todas as crianças com idade superior a oito anos fazem alguns ajustes na posição do corpo para receber e apanhar uma bola quando esta se aproxima. Em crianças com onze e doze anos, estima-se que cerca de 80% das vezes consigam ajustar a posição do corpo com sucesso. Como seria de esperar, quanto mais velhas são as crianças, melhor é a capacidade de antecipação, especialmente quando o tempo de visualização (trajetória da bola) é curto (Haywood & Getchell, 2009). Aos dez anos de idade, é observado um apanhar muito semelhante ao do adulto, com a utilização da estratégia visuo-motora, ou seja, do acompanhamento visual das bolas em movimento (Gallahue & Ozmun, 2002; Utley & Astill, 2008).

Relativamente ao apanhar um objeto utilizando apenas um membro superior, aos cinco anos esta competência começa a surgir, contudo as crianças com idades inferiores a sete anos demonstram ainda muita dificuldade e preferem apanhar o objeto com as duas mãos. Aos doze anos de idade, as crianças têm dominado esta competência (Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008).

Assim, depois de abordarmos o desenvolvimento motor e as competências motoras, descreveremos de forma sucinta a segunda área do desenvolvimento motor – aprendizagem motora.

2. Aprendizagem motora

A aprendizagem motora é uma subdisciplina da área do comportamento motor que se refere aos ganhos relativamente permanentes na capacidade de uma pessoa para efetivamente concluir uma competência motora (Fairbrother, 2010). Refere-se à aquisição ou modificação de competências motoras (O'Brien & Williams, 2010) adquirindo-se estas com a prática ou como um resultado da experiência e não da idade (Schmidt & Lee, 2005; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

A aprendizagem motora é uma função do cérebro que permite a aquisição de novos repertórios de movimentos e competências (Ito, 2000) e ocorre quando as crianças procuram oportunidades para o desenvolvimento de competências (Case-Smith, 2010).

O desenvolvimento das competências motoras supracitadas ocorre em três fases de aprendizagem: cognitiva, associativa e autónoma (Case-Smith, 2010; O'Brien & Williams, 2010). Estas fases são consideradas dinâmicas, uma vez que estão em constante mudança e interagem umas com as outras em relação aos requisitos da competência motora ou do desempenho (O'Brien & Williams, 2010).

A fase cognitiva refere-se à fase de aquisição de competências. Nesta fase, o sujeito pratica movimentos novos, os erros são comuns e os movimentos são ineficientes e inconsistentes, sendo necessária uma correção após o feedback (O'Brien & Williams, 2010) e uma repetição frequente (Kurtz, 2008; Larin, 2006). Na fase cognitiva pode ocorrer uma aprendizagem implícita, onde a pessoa não tem conhecimento da aquisição de competências (Fairbrother, 2010; Schmidt & Wrisberg, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Para além desta, pode ocorrer também a aprendizagem baseada em erro (Fairbrother, 2010; O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007) e a aprendizagem por observação ou modelagem, que é uma forma de aprender por imitação de ações de outra pessoa (Fairbrother, 2010).

O estágio associativo, a segunda fase de aprendizagem (Case-Smith, 2010) envolve o refinamento de competências, a melhoria do desempenho, a diminuição de erros e o aumento da consistência e eficiência (O'Brien & Williams, 2010).

No estágio autónomo, as competências são transferidas facilmente para diferentes configurações e são refinadas (O'Brien & Williams, 2010). Para além disso, durante esta fase de aprendizagem, a criança demonstra consistência flexível no desempenho e adapta facilmente o padrão, de acordo com as exigências da tarefa, pois a alta adaptabilidade é uma característica de uma tarefa bem aprendida (Case-Smith, 2010). Nesta fase, ocorre a transferência de aprendizagem (ou generalização) e o refinamento das competências (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Nas duas últimas fases supracitadas, pode também ocorrer o tipo de aprendizagem chamada parte prática, em que uma competência é dividida em partes para simplificar o processo de aprendizagem e a prática mental que compreende o ensaio, mentalmente, dos passos envolvidos na execução efetiva de uma competência motora (Fairbrother, 2010; O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Para além disso, também pode ocorrer a aprendizagem explícita, em que a pessoa está consciente que está a adquirir e a aprender uma competência (Magill, 1998 cit. in Fairbrother, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Estes estádios da aprendizagem motora representam um processo cíclico que se repete quando um aluno progride. Cada vez que se inicia um novo ciclo será um pouco diferente do que das vezes anteriores. Contudo, a ordem das etapas supracitadas pode alterar (Fairbrother, 2010).

De seguida, abordar-se-á a terceira, e última área do comportamento motor – controlo motor.

3. Controlo Motor

O controlo motor é uma subdisciplina do comportamento motor que se centra nas questões relacionadas com a forma como as pessoas controlam os seus movimentos (Fairbrother, 2010). É definido como a capacidade de regular ou orientar os mecanismos essenciais ao movimento (O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook &

Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008) e estuda os aspetos neurais, físicos e comportamentais do movimento (Fairbrother, 2010; Schmidt & Lee, 2005). Para além disso, o controlo motor refere-se à forma como o SNC organiza o movimento, à quantificação do movimento e à natureza do movimento (Haywood & Getchell, 2009; O'Brien & Williams, 2010).

O controlo motor engloba aspetos aplicados tanto ao controlo do movimento como ao controlo postural (Massion, 1998). De seguida, serão abordadas as teorias que melhor explicam o controlo motor e que fornecem a base na qual a prática se deve basear (Utley & Astill, 2008).

Assim, as teorias do controlo motor descrevem ideias abstratas sobre a natureza e a causa do movimento (Utley & Astill, 2008) e, normalmente, as ações dos terapeutas são baseadas em suposições derivadas de teorias (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). De entre as teorias discutidas de seguida, cada uma contribui de maneira específica para o controlo motor.

A **teoria do reflexo** do controlo motor foi proposta pela primeira vez em 1906, pelo neurofisiologista Charles Sherrington (LaBouff, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). Explica como o movimento é controlado através do estímulo-resposta (Utley & Astill, 2008) e vê o movimento como uma combinação ou sequência de reflexos (LaBouff, 2002) exigindo a presença de três estruturas: um recetor, um condutor e um órgão efector (Bradley & Westcott, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Concluiu que, num sistema nervoso intacto, as reações das várias partes do sistema, ou reflexos simples, são combinados em ações maiores que constituem o comportamento do indivíduo como um todo (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008).

Ao longo dos anos, esta teoria tem sido considerada como um sistema de causa-efeito (LaBouff, 2002) e, apesar de evidenciar algumas limitações, persistiu durante anos e ainda hoje continua a influenciar o pensamento sobre o controlo motor (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

A **Teoria Hierárquica** de Hughlings Jackson surgiu entre 1920 e 1930 (LaBouff, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2007) e usa a pesquisa dos reflexos para continuar a fazer observações e interpretações sobre o papel dos centros superiores do cérebro como um mecanismo de controlo (LaBouff, 2002). Segundo a teoria hierárquica, o SNC é

organizado como uma hierarquia e existe um controlo organizacional que ocorre de cima para baixo. Ou seja, cada nível sucessivamente mais alto exerce um controlo sobre o nível abaixo (Rosenbaum, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008), sendo os centros corticais responsáveis por enviar comandos motores para que o movimento aconteça (Utley & Astill, 2008). Contudo, mais tarde, os conceitos correntes descrevem que o controlo hierárquico do sistema nervoso reconhece o facto de cada nível do sistema pode agir sobre outros níveis (superiores e inferiores), dependendo da tarefa (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Mais tarde, a teoria do reflexo e a teoria hierárquica combinaram-se numa só, surgindo a **teoria reflexa/hierárquica**, que defendia que o controlo motor resulta de respostas reflexas e hierarquicamente organizadas do SNC, desencadeadas por sistema sensoriais independentes (LaBouff, 2002; Shumway & Woollacott, 2007).

A **Teoria da Programação Motora** ditou que o cérebro era o controlador do movimento e acreditava que uma forma interessante de analisar os reflexos era considerar que é possível remover a estimulação (estímulo aferente), e obter uma resposta motora padronizada (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Esta propôs o conceito de padrões motores no cérebro, ou seja, há programas motores de nível superior que representam ações em termos mais abstratos no cérebro e estes, armazenam as regras para gerar os movimentos (Brown, Miller, & Eason, 2006). Os níveis inferiores da hierarquia contêm informações específicas, incluindo sinergias de resposta muscular que são essenciais para efetuar a ação (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

A **Teoria da Ação Dinâmica** defendeu que o movimento pode surgir como resultado dos diferentes sistemas interligados (neuromusculares, sensório-percetivo e músculo-esquelético), sem a necessidade de comandos específicos ou programas motores do sistema nervoso. Para além disso, prevê também mudanças discretas no comportamento, resultantes das transformações na dinâmica linear de um sistema em movimento. Esta teoria foi recentemente reformulada, a fim de incorporar muitos dos conceitos de Bernstein, o que resultou na fusão dessas duas teorias do controlo motor em um modelo dos sistemas dinâmicos (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

As próximas teorias do controlo motor têm em conta o papel do meio ambiente e a sua interação com o indivíduo. Essas teorias são capazes de explicar o controlo de

movimentos complexos num ambiente adaptativo e exigente, independentemente do nível de conhecimento ou experiência (Utley & Astill, 2008).

A **teoria dos Sistemas Dinâmicos** do controlo motor surgiu do trabalho do fisiologista Nikolai Bernstein em meadas da década de 1900 (O'Brien & Williams, 2010). Esta teoria focou-se na questão de como os graus de liberdade são controlados, ou seja, como um número de unidades (articulações, músculos) são controladas e coordenadas para produzir um movimento eficaz (Utley & Astill, 2008), numa variedade de contextos e condições de mudança (O'Brien & Williams, 2010; Utley & Astill, 2008). Esta teoria sugere que o controlo motor é o resultado da interação de vários sistemas (sensorial, cognitivo e sócio-emocional) incluindo o meio ambiente (O'Brien & Williams, 2010) e essa interação é fundamental para o controlo preditivo e adaptativo do movimento (O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Sendo assim, o movimento surge de uma interação entre o indivíduo, a tarefa e o ambiente no qual a tarefa está a ser executada. Ou seja, o movimento não é apenas um resultado de programas motores específicos do músculo, ou de reflexos estereotipados, mas sim de uma interação dinâmica entre os sistemas de perceção, cognição e ação (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

Bernstein desenvolveu também a hipótese de que existe um mecanismo hierárquico para simplificar o controlo dos diferentes graus de liberdade do corpo. Assim, os níveis superiores do SNC ativam os níveis inferiores que, por sua vez, ativam as sinergias ou grupos de músculos que são obrigados a agir juntos, como uma unidade (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Bernstein acreditava que as sinergias cumprem uma função importante na resolução do problema dos graus de liberdade (Latash, 2008; Utley & Astill, 2008).

As **estruturas de coordenação** são outra abordagem que explicam como controlar o número de graus de liberdade. Estas estruturas de coordenação, proposta por Turvey (1977) são um conceito que ajuda a compreender como controlar um número de variáveis em diferentes contextos de movimento. Uma estrutura de coordenação é, então, um grupo de músculos que abrange várias articulações que são obrigados a trabalhar juntas como uma única unidade funcional. O conceito de estruturas de coordenação também pode ajudar a superar o problema de controlar inúmeros graus de liberdade (Utley & Astill, 2008).

A teoria ecológica do controlo motor (teoria percepção – ação) foi primeiramente proposta por James Gibson, na década de 1960 (Haywood & Getchell, 2009; LaBouff, 2002) e foi descrita como um sistema de percepção-ação, em que o indivíduo explora ativamente o ambiente, que por sua vez suporta as ações do indivíduo, a fim de satisfazer os seus próprios objetivos (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). As informações do ambiente são usadas pelo indivíduo para regular a atividade motora e, desta forma, controlar os movimentos nos diferentes contextos (Utley & Astill, 2008). Segundo Savelsbergh, Davids, van der Kamp, & Bennett (2003), esta oferece “*insights*” sobre o desenvolvimento perceptivo-motor, estudando os processos de aprendizagem no contexto do desenvolvimento. O autor usou o termo “*affordance*” e definiu-o como a relação recíproca entre o sujeito e o ambiente que é necessária para realizar atividades funcionais (Haywood & Getchell, 2009; Utley & Astill, 2008). É através da exploração ativa e direcionada para o ambiente que a criança aprende a detetar “*affordances*”, seleccionar as informações relevantes e associar a informação para os movimentos (Savelsbergh, et al., 2003).

A Teoria do processamento de informação (teoria cognitiva) proposta por Adams surgiu por volta da década de 1970 (Berk, 2006; Haywood & Getchell, 2009). Segundo esta perspetiva, o cérebro funciona como um computador, que extrai informações da percepção do ambiente, utiliza essa informação para tomar decisões sobre a resposta apropriada, e depois prepara os corpos para executar a resposta (Berk, 2006; Fairbrother, 2010; Haywood & Getchell, 2009). Ou seja, as pessoas usam a informação do ambiente no planeamento, controlo e aprendizagem de movimentos (Fairbrother, 2010).

Adams propôs dois modelos de controlo motor: “closed-loop” e “open-loop” (Savelsbergh, et al., 2003; Utley & Astill, 2008). O modelo “closed-loop” (ou sistema de controlo de circuito fechado) é um modo de controlar os movimentos lentos através do uso do feedback, em situações que permitem utilizar as informações resultantes do desempenho para fazer correções, enquanto o indivíduo está envolvido no movimento (Fairbrother, 2010; Rosenbaum, 2010). Por outro lado, o modelo “open-loop” (ou sistema de controlo de circuito aberto) é uma maneira de controlar o movimento através do uso de informações para planear o movimento (Fairbrother, 2010) e completar a ação com o controlo *feed-forward* (Latash, 2008), ou seja, a informação sensorial é utilizada no

planeamento do movimento para determinar que comandos motores o cérebro deve enviar para os músculos (Utley & Astill, 2008).

Relativamente ao controlo neural da postura e do equilíbrio que será abordado de seguida, existem no mínimo duas teorias conceituais: a teoria reflexa/hierárquica e a teoria dos sistemas dinâmicos (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

4. Controlo Postural

Antes de abordarmos o tema do controlo postural, focaremos a importância que a informação sensorial tem nesta temática. Assim, o controlo postural depende de múltiplas fontes de informação sensorial (visual, vestibular e somatossensorial) (Assaiante, 1998; Bacsí & Colebatch, 2005; Bradley & Westcott, 2006; Gjelsvik, 2008; Latash, 2008; O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

As informações visuais provenientes do sistema visual fornecem dados sobre a posição e o movimento da cabeça no SNC (Gallahue & Ozmun, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). A visão é o sistema sensorial dominante usado no desempenho de competências motoras e tem uma influência poderosa sobre o controlo postural na criança (Bradley & Westcott, 2006), sendo a visão periférica é o principal responsável para a orientação espacial e manutenção da postura (Utley & Astill, 2008). O equilíbrio também é profundamente influenciado pelo sistema vestibular (Gallahue & Ozmun, 2002) que fornece ao SNC informações sobre a posição e os movimentos cefálicos (O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). O sistema vestibular é sensível a dois tipos de informação: a posição da cabeça no espaço e as mudanças repentinas na direção do movimento cefálico (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). O sistema somatossensorial transmite informações ao SNC sobre a posição e o movimento do corpo, em referência às superfícies de apoio e fornece dados sobre a relação de diferentes segmentos do corpo uns com os outros (O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Para além disso, fornece informações sobre o movimento articular, juntamente com a velocidade e direção dessas mudanças/movimentos (O'Brien & Williams, 2010).

As informações dos três sistemas supracitados são, assim, fontes importantes de dados sobre a posição do corpo e o seu movimento no espaço em relação à gravidade e ao ambiente. Contudo, apesar de todos os sistemas contribuírem para o controlo postural durante a postura vertical imóvel, as crianças pequenas tendem a “confiar” mais nos dados visuais, enquanto os adultos tendem a depender das informações somatossensoriais, em resposta a uma perturbação temporária (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

De seguida, será abordada a temática de controlo postural, sendo este fundamental para toda a atividade humana (Gjelsvik, 2008). Para além disso, esta é uma competência essencial para as crianças realizarem movimentos coordenados e eficazes, seja em ações motoras finas ou globais (O'Brien & Williams, 2010).

O controlo postural é uma competência motora complexa (Horak, 2006) baseada na interação dinâmica dos sistemas neural e músculo-esquelético (Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Utley & Astill, 2008). Os componentes neurais envolvem o processamento motor, o processamento sensorial e os altos níveis de processamento essenciais para os aspetos adaptativos e antecipatórios do controlo postural (Woollacott & Shumway-Cook, 2007). Os componentes músculo-esqueléticos incluem aspetos como a amplitude de movimento, flexibilidade, propriedades dos músculos e relações biomecânicas entre os segmentos (Horak, 2006).

O controlo postural envolve o controlo da posição do corpo no espaço, com o duplo objetivo de **orientação** e a **estabilidade** (Horak, 2006; Massion, 1998; Shumway-Cook & Woollacott, 2007) e emerge de uma interação do indivíduo com a tarefa e o ambiente (Horak & Macpherson, 1996; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

A **orientação postural** (postura) é definida como o alinhamento biomecânico do corpo (Enoka, 2008; Shumway-Cook & Woollacott, 2007) e a capacidade de manter uma relação adequada entre os segmentos do corpo e entre o corpo e o ambiente (Enoka, 2008; Horak, 2006; O'Brien & Williams, 2010), numa determinada tarefa (Horak & Macpherson, 1996; Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

A **estabilidade postural** (equilíbrio) é descrita como a capacidade de manter o centro de massa (CM) do corpo dentro dos limites da base de apoio (BA) (Assaiante, 1998; Enoka, 2008; Nashner, 1997; O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Streepey & Angulo-Kinzler, 2002), através da inter-relação das várias forças que

agem sobre o corpo, incluindo a força de gravidade, dos músculos e inércia (Horak, 2006). Ou seja, é o equilíbrio das forças internas e externas que agem no corpo durante as ações motoras e contribuem para o seu alinhamento adequado ou desejado (Horak & Macpherson, 1996; O'Brien & Williams, 2010). Geralmente, quanto maior for o CM, menor é o equilíbrio estável e quanto menor for o CM, mais estável é o equilíbrio (O'Brien & Williams, 2010).

O equilíbrio pode ser estático (o corpo permanece numa posição estacionária) e dinâmico (o corpo encontra-se em movimento) (Gallahue & Ozmun, 2002; Haywood & Getchell, 2009; Horak, 2006; Rival, et al., 2005; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). A postura vertical imóvel é caracterizada por pequenas quantidades de inclinação postural espontânea e são vários os fatores que contribuem para o controlo durante o equilíbrio estático (ou postura vertical imóvel), como o alinhamento do corpo, que minimiza o efeito da força da gravidade, o tônus muscular e o tônus postural, que evita que o corpo entre em colapso em resposta à atração da gravidade (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Contudo, é importante referir que, mesmo numa posição estática, o corpo nunca está totalmente imóvel, uma vez que as forças que atuam nos segmentos corporais não são constantes e verificam-se pequenas oscilações do centro de massa que são decorrentes da dificuldade em manter os muitos segmentos corporais alinhamento entre si sobre uma base de apoio restrita (Enoka, 2008; Horak & MacPherson, 1996). Desta forma, as mudanças inevitáveis que ocorrem em diferentes características mecânicas da postura vertical são chamadas de oscilação postural (Latash, 2008). Em crianças, há uma maior variabilidade na oscilação corporal em comparação com os adultos o que pode ser devido a um processo inadequado de informação sensorial que advém das diferentes fontes para gerar uma estimativa interna de orientação do corpo (Barela, Jeka, & Clark, 2003).

Os principais componentes da estabilidade são os movimentos axiais, ou seja, movimentos de orientação do tronco ou dos membros, quando em posição estática (por exemplo, alcançar, girar, virar) - normalmente são movimentos que se combinam com outros para criar competências motoras mais elaboradas - e as posturas, que são posições corporais que exigem a manutenção do equilíbrio estático e dinâmico (por exemplo, sentar, rolar e equilibrar num só pé) (Gallahue & Ozmun, 2002).

Existem fatores que influenciam o controlo da estabilidade como as sinergias de reação músculo-postural, os sistemas sensoriais, os sistemas adaptativos, a força muscular,

nomeadamente a força dos músculos da tíbio-társica, joelho e anca, a amplitude de movimento das articulações (Gallahue & Ozmun, 2002; Shumway-Cook & Woollacott, 2007), bem como as mudanças nas dimensões do corpo e as variações nas propriedades da superfície do solo (Adolph & Avolio, 2000).

Os fatores supracitados originam assim, a existência de linhas de defesa contra as perturbações inesperadas (Latash, 2008), entre eles **os ajustes posturais antecipatórios** que focaremos de seguida.

Tal como já foi referido, o equilíbrio postural envolve a coordenação de estratégias sensório-motoras para estabilização do CM durante perturbações posturais internas (quando se prepara para executar alguma ação física) e externas (quando se espera ser empurrado por uma fonte externa) na estabilidade postural (Horak, 2006; Rosenbaum, 2010). Quando há uma perturbação do equilíbrio, ou seja, qualquer perturbação no corpo, como um movimento rápido do braço/perna, uma mudança súbita de superfície de apoio (Girolami, Shiratori, & Aruin, 2010; Massion, 1992) ou a captura de um objeto (Aruin, Ota, & Latash, 2001), o SNC ativa os músculos do tronco e membros inferiores (Aruin & Latash, 1995; Girolami, et al., 2010; Li & Aruin, 2007), para controlar o centro de massa em relação à base de apoio, através da utilização de ajustes posturais antecipatórios (APA's) (O'Brien & Williams, 2010; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Streepey & Angulo-Kinzler, 2002). Resumindo, os APA's são mecanismos de *feed-forward* induzidos por perturbações posturais esperadas que produzem respostas musculares (Aruin, et al., 2001; Berg & Strang, 2012) que ajudam a estabilizar a posição dos segmentos, tais como a cabeça, tronco ou membros durante a execução do movimento (Massion, 1992).

Os APA's são ações pré-programadas (Massion, 1998) que ocorrem quando as pessoas se preparam, normalmente de forma inconsciente, para serem submetidas a perturbações posturais (Rosenbaum, 2010). São necessariamente iniciados voluntariamente e desencadeados centralmente (Latash, 1997 cit. in Massion, 1998) e dependem da tarefa, do ambiente, e do estado neurológico do sujeito (Dietz et al, 2000 cit. in Enoka, 2008). Além disso, os APA's procedem o início do movimento voluntário (Bouisset, Richardson, & Zattara, 2000) e são utilizados para minimizar consequências negativas de uma perturbação postural planeada (Aruin, 2002; Bouisset & Zattara, 1987; Massion 1992). Por exemplo, para alcançar um objeto numa prateleira, são ativados músculos do tronco e das pernas antes da atividade muscular e dá-se o movimento do ombro e braço (Aruin &

Latash, 1995). Estas contrações dos músculos do tronco e das pernas constituem APA's porque precedem o movimento principal do braço (Berg & Strang, 2012). É importante também referir que os APA's envolvem deslocamentos do centro de massa (CM) e centro de pressão (CP) (Santos, Kanekar, & Aruin, 2010).

A função dos APA's na receção de um objeto é de prever as forças perturbadoras de estabilidade que são impostas pelo objeto sobre o indivíduo e produzir atividade muscular preparatória com o objetivo de estabilizar o membro/corpo antes da receção (Berg & Strang, 2012). Os resultados dos estudos dos APA's sugerem que há três componentes principais que influenciam os APA's: a ação motora, a perturbação e a tarefa postural (Aruin, 2002). Para além disso, a investigação também demonstrou que os APA's são adaptados às características específicas dos movimentos principais, como a direção (Aruin & Latash, 1995), o peso (Aruin, et al., 2001), a aceleração (Zattara & Bouisset, 1988) e a velocidade (Hodges & Richardson, 1999).

O processo de geração de APA's pode levar a diferentes padrões e características, dependendo do tempo disponível para a preparação de uma perturbação, da precisão da temporização prevista da perturbação, e a presença ou ausência de um movimento voluntário (que não pode ser percebida pelo sujeito) (Shiratori & Latash, 2000).

Os APA's são na sua maioria adquiridos por aprendizagem (Massion, 1992), antecedem o desempenho do movimento (Enoka, 2008) e têm como função minimizar as perturbações posturais, em termos de equilíbrio ou de orientação postural e ajudar na realização do movimento desejado em termos de velocidade e força (Bradley & Westcott, 2006; Massion, 1998; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Como resultado das informações dos sistemas sensoriais, o SNC elabora estratégias posturais para o controlo do equilíbrio, que incluem padrões de movimentos articulares ou estratégias de movimento, sinergias musculares, torques e forças de contacto (Krishnamoorthy, Latash, Scholz, & Zatsiorsky, 2003; Shumway-Cook & Woollacott, 2007; Ting, 2007).

Os padrões de movimento, usados para recuperar o equilíbrio com o dispêndio mínimo de esforço, a partir da instabilidade do plano sagital, são designados:

- Estratégia da tibio-társica: envolve a contração sequencial dos membros inferiores numa direção distal-proximal (O'Brien & Williams, 2010), onde o corpo se move sobre o eixo da tibio-társica como um pêndulo invertido (Massion, 1992), com

movimentos mínimos da anca e joelho, e é utilizada para manutenção do equilíbrio perante pequenas oscilações (Horak, 2006; Shumway-Cook & Woollacott, 2007);

- Estratégia da anca: envolve a contração sequencial dos músculos da parte inferior do corpo numa direção proximal-distal (O'Brien & Williams, 2010), caracteriza-se pela ativação precoce da musculatura proximal do tronco e anca (Horak, 2006) e é utilizada quando a base de apoio se torna menor e mais instável (Horak, 2006; O'Brien & Williams, 2010);

- Estratégia do passo: o centro de massa passa para além da base de apoio (O'Brien & Williams, 2010) e caracteriza-se pela ativação inicial dos abdutores da anca e co-contração da tíbio-társica, sendo utilizada em grandes perturbações de equilíbrio (Horak, 2006).

Os indivíduos adultos podem substituir uma estratégia de movimento postural por outra num ritmo relativamente rápido (Shumway-Cook & Woollacott, 2007) e as crianças podem usar uma variedade de diferentes combinações de estratégias, dependendo da tarefa ou circunstância (O'Brien & Williams, 2010). Para Horak, Henry, & Shumway-Cook (1997) as estratégias emergem do processamento neural para fornecer um plano de ação baseado nos objetivos, no contexto ambiental, e particularmente na atividade ou tarefa. São organizadas no espaço e no tempo para produzir forças efetivas que contraponham o distúrbio. Como é suposto, os indivíduos com pobre coordenação das respostas posturais automáticas demonstram maior instabilidade em resposta a distúrbios externos (Horak, et al., 1997).

As estratégias de movimento postural supracitadas são usadas como feedback e uma forma de *feed-forward* (antecipação), a fim de manter o equilíbrio em diversas circunstâncias (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). O controlo *feedback* (ou sistema “closed-loop”) refere-se ao controlo postural que ocorre em resposta ao *feedback* sensorial (visual, vestibular ou somatossensorial) a partir de uma perturbação externa (Shumway-Cook & Woollacott, 2007) para produzir movimentos controlados e coordenados (Utley & Astill, 2008). O controlo *feed-forward* refere-se às respostas posturais que são feitas em antecipação de um movimento voluntário que é potencialmente desestabilizador, a fim de manter a estabilidade durante o movimento (Massion, 1992; Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Desta forma, os APA's ocorrem não só como resultado do *feedback*

sensorial em resposta a perturbações externas e inesperadas, mas também como resultado *feed-forward* em antecipação a perturbações previsíveis (Horak, 1987).

No que diz respeito ao desenvolvimento dos ajustes posturais antecipatórios, as crianças demonstram APA's em músculos do tronco antes de levantar um braço, perto dos seis a oito meses de idade (van der Fits, et al., 1999). Na posição de pé, os APA's começam a tornar-se consistentes por volta dos dezasseis/dezassete meses de idade (Assaiante, Woollacott, & Amblard, 2000) e aos dois anos as crianças já apresentam estratégias de movimento, embora continuem a desenvolvê-las e refiná-las até aos sete/dez anos de idade (O'Brien & Williams, 2010). Segundo Girolami, et al. (2010) as crianças com sete anos de idade demonstram capacidade de gerar padrões de ativação muscular de antecipação semelhantes à dos adultos. Contudo, crianças entre os sete/doze anos de idade não utilizam informações somatossensoriais para estabilizar a postura da mesma forma que os adultos (Sparto, Redfern, Jasko, Casselbrant, Mandel, & Furman, 2006).

Em relação a este tema, há, na literatura, uma grande escassez de trabalhos. Os estudos encontrados são, na sua maioria, experimentais e focam-se quase em exclusivo nos resultados da eletromiografia (EMG) e, alguns, escassos trabalhos, relacionados com a biomecânica. Por este motivo, muito do que sabe sobre APA's foi adquirido pela gravação eletromiográfica (Rosenbaum, 2011). Para além disso, segundo os autores Berg & Strang (2012), os APA's que surgem de perturbações externamente induzidas de estabilidade (como por exemplo, apanhar um objeto) têm recebido menos atenção por parte dos especialistas, principalmente em crianças, como referem Girolami, et al. (2010).

O equilíbrio e os APA's desempenham um papel essencial na realização de muitas atividades do dia-a-dia (Girolami, et al., 2010). Caso não se verifiquem bons ajustes posturais antecipatórios, o controlo postural fica comprometido e, consequentemente, algumas atividades quotidianas da criança podem ser prejudicadas. Neste sentido, os terapeutas ocupacionais avaliam e intervêm para melhorar a estabilidade postural das crianças (Westcott, Lowes & Richardson, 1997) uma vez que, segundo os autores, o controlo postural parece ser uma parte integrante de todas as competências motoras e, portanto, as melhorias no controlo postural levam a melhorias em todos os movimentos. Além disso, também Case-Smith (2005) e Radomski & Latham (2008) referiram que o controlo postural e a estabilidade proximal adequada fornecem a base para o desenvolvimento das competências motoras globais e finas. Se estas forem inadequadas, os

indivíduos irão desenvolver estratégias compensatórias e padrões de movimentos ineficientes. Isto irá certamente afetar a capacidade da criança progredir nas áreas adequadas ao desenvolvimento da ocupação (Case-Smith, 2005; Radomski & Latham, 2008).

Assim, e para que haja um bom desempenho ocupacional da criança, é interessante a análise detalhada do movimento humano, que tem ganho, nos últimos anos, maior notoriedade através da utilização do computador (Wang, Hu & Tan, 2003), tornando-se, a análise do movimento humano, uma ferramenta fundamental para a avaliação do comportamento motor (Organic Motion, 2010).

CAPÍTULO II

Métodos

Neste capítulo, abordar-se-á a metodologia utilizada para posteriormente proceder à análise dos resultados obtidos.

No presente estudo, pretendeu-se analisar os ajustes posturais antecipatórios que ocorrem durante o desempenho de uma tarefa motora fundamental (apanhar), em crianças entre os nove e os dez anos de idade, residentes no Porto e que apresentem um desenvolvimento normal com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage* ®. Como objetivo secundário, pretende-se perceber de que forma o sistema *BioStage* ® pode ser uma ferramenta importante na prática clínica da terapia ocupacional.

Deste modo, prevendo-se concordância entre os resultados encontrados neste estudo e os existentes na literatura, foram colocadas quatro questões:

“ Existirá um padrão único de ativação do tronco e membros inferiores nos momentos que antecedem um movimento rápido dos membros superiores, como apanhar uma bola atirada, semelhante ao adulto, em crianças com nove e dez anos de idade, tal como é referido na literatura atual? ”

“ Será que é possível encontrar um padrão de movimento para a manutenção do equilíbrio nas crianças em estudo, durante as tarefas de receção da bola e, a existirem, se os padrões de ajustamento postural variam em função da tarefa ser bilateral ou unilateral? ”

“ Será que o *BioStage* ® é capaz de identificar diferenças nos padrões de ajustamento postural entre as crianças mais novas e as crianças mais velhas da amostra e entre rapazes e raparigas? ”

“ Será que o *BioStage* ® é útil, prático e uma mais-valia para a prática da terapia ocupacional? Contribui para uma evolução nesta profissão? ”

De forma a responder às interrogações formuladas e intimamente relacionadas com os objetivos de estudo, recorreu-se a um estudo de natureza quantitativa (Ribeiro, 2008) e de carácter descritivo (Gravetter & Forzano, 2012). Este tipo de estudo tem como principal objetivo descrever a ocorrência de fenómenos de interesse, fornecendo informações

detalhadas sobre as características de um determinado grupo (Houser, 2012). Ou seja, prevê a descrição do comportamento com precisão numa amostra representativa (Mitchell & Jolley, 2010). Mais se acrescenta que estes estudos ocorrem, normalmente, numa fase preliminar, ou seja, nos estágios iniciais da investigação (Gravetter & Forzano, 2012), como é o caso deste estudo.

Trata-se também de um estudo transversal porque a recolha de dados foi efetuada num só momento (Babbie, 2010; Monsen & Horn, 2008; Ribeiro, 2008).

1. Participantes

A amostra em estudo foi constituída por doze crianças (seis do sexo feminino e seis do sexo masculino) com desenvolvimento normal e com idades entre os nove e dez anos que frequentam diferentes escolas do distrito do Porto. Como critério de exclusão foi definido que crianças com patologia diagnosticada não poderiam participar neste estudo.

O grupo de crianças resultou de uma amostra não-probabilística (Bowling, 2002; Ribeiro, 2008), de carácter intencional, uma vez que foram selecionadas propositadamente crianças específicas de um ou mais grupos (Burns & Grove, 2005; Gerrish & Lacey, 2010; Hicks, 2004; McBurney & White, 2009; Rajamanickam, 2001). A amostragem intencional ou amostragem de julgamento (Ary, Jacobs, Sorensen, & Razavieh, 2010; Babbie, 2010; Rajamanickam, 2001; Stommel & Wills, 2004) tem como principal objetivo representar características de um determinado assunto que são considerados relevantes para a investigação e não para gerar uma amostra representativa de toda a população (Gerrish & Lacey, 2010; Stommel & Wills, 2004).

A média de idade das crianças da amostra é de 9 anos e 7 meses e meio, e as idades variam de 9 anos e 0 meses a 10 anos e 5 meses. As crianças mais novas são as crianças 3, 5 e 10 (com 9 anos) e a criança mais velha é a criança 11 (10,5 anos). Em relação ao peso, este varia entre os 31 e os 47 kg, apresentando uma média de 37,70 kg e a altura varia entre 1,38 e 1,55 m, com média de 1,43 m. No que diz respeito à mão dominante, dez das crianças utilizam a mão direita para realizar a maior parte das tarefas unilaterais, ao contrário das crianças números 6 e 8, que têm preferência manual esquerda. Sete das crianças praticam algum tipo de desporto para além do desporto curricular, ao inverso de

cinco crianças que não praticam nenhum desporto extra-curricular. Das sete crianças que praticam desporto, cinco praticam apenas uma modalidade (natação, arte marcial ou dança), enquanto que a criança 8 pratica três (ballet, dança e natação) e a criança 12 pratica duas modalidades (natação e karaté).

De seguida, na **Tabela 1** são apresentados os dados relativos ao sexo, idade, peso, altura, ano de escolaridade, mão dominante, desportos praticados, referentes à caracterização do grupo de estudo.

Tabela 1: Caracterização da amostra do grupo de estudo

Nº da criança	Sexo	Idade	Peso	Altura	Ano escolar	Mão dominante	Desportos praticados
1	Feminino	9 anos e 9 meses	31 kg	1,38 m	4º	Direita	Não pratica
2	Feminino	9 anos e 2 meses	33 kg	1,40 m	4º	Direita	Dança
3	Feminino	9 anos e 0 meses	34,50 kg	1,40 m	4º	Direita	Dança
4	Masculino	9 anos e 7 meses	44 kg	1,43 m	4º	Direita	Não pratica
5	Masculino	9 anos e 0 meses	40 kg	1,45 m	4º	Direita	Não pratica
6	Masculino	9 anos e 7 meses	34 kg	1,38 m	4º	Esquerda	Não pratica
7	Masculino	9 anos e 5 meses	38 kg	1,55 m	4º	Direita	Arte marcial
8	Feminino	9 anos e 7 meses	47 kg	1,42 m	4º	Esquerda	Ballet
							Dança
							Natação
9	Feminino	9 anos e 6 meses	39 kg	1,44 m	4º	Direita	Natação
10	Feminino	9 anos e 0 meses	32 kg	1,42 m	3º	Direita	Natação
11	Masculino	10 anos e 5 meses	38 kg	1,45 m	5º	Direita	Não pratica
12	Masculino	9 anos e 10 meses	43,50 kg	1,42 m	4º	Direita	Natação
							Karaté

2. Instrumentos

A recolha de dados foi realizada através da aplicação do subteste 5 do *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)* e do sistema de captura e parametrização em tempo real, o *Biostage* ®.

Recorreu-se à utilização do BOTMP uma vez que este é um dos testes comumente utilizados pelos terapeutas ocupacionais para avaliação de competências motoras (Chia, 1997a cit. in Hong & Howard, 2002). Além disso, foi selecionado o subteste 5 porque avalia a coordenação dos membros superiores e este inclui as tarefas de receção quer uni como bilateral. Assim, através destes itens observa-se a tarefa motora fundamental deste estudo (o apanhar/receber) e como estas causam uma perturbação ligeira na estabilidade da criança, é pertinente o estudo dos ajustes posturais antecipatórios aquando a receção de uma bola. Para além disso, estas tarefas são essenciais no dia-a-dia da criança, principalmente em atividades de lazer (desporto, jogos em grupo, etc.).

Também se recorreu ao sistema *BioStage* ® uma vez que este surge, atualmente, como um método não-invasivo e um dos sistemas mais avançados na análise do movimento humano que capta o movimento humano em 3D (Organic Motion, 2010b). De acordo Wang, et al. (2003), o objetivo da utilização do computador na análise do movimento humano é detetar, rastrear e identificar pessoas e, mais genericamente, para interpretar comportamentos humanos, a partir de sequências de imagens que envolvem os seres humanos. Os mesmos autores reforçam que é necessário analisar e reconhecer padrões de movimento humano, para produzir um alto nível de descrição de ações. É principalmente por este motivo que se recorreu a este instrumento, de forma a ir de encontro com o principal objetivo deste estudo.

2.1. *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)*

O *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP)* desenvolvido por Bruininks (1978) é um instrumento padronizado desenhado para avaliar o funcionamento motor de crianças dos quatro anos e meio até aos catorze anos e meio (Bruininks, 1978). Este instrumento pode ser administrado tanto em indivíduos normais, como naqueles que

apresentem atrasos de desenvolvimento motor ou com deficiência mental suave ou moderado (Levine, 1995; Gallahue & Ozmun, 2002).

Trata-se de um instrumento extremamente versátil (Moreira, Fonseca, & Diniz, 2000) que fornece informações a respeito da motricidade de um indivíduo, através de seu desempenho em determinadas competências motoras (Lisot & Cavalli, 1995). Este é um teste útil para investigar aspetos inexplorados do desenvolvimento motor, a estrutura de competências motoras na primeira infância e as mudanças nesta estrutura com a idade (Bruininks, 1978). Para além disso, segundo Balakrishnan & Rao (2007), o teste fornece informações confiáveis que podem ser usadas por terapeutas ocupacionais para avaliar mas também planear programas de intervenção.

O BOTMP estuda três componentes da proficiência motora: motricidade global, composta e fina (Levine, 1995) e apresenta duas formas: a forma longa ou bateria completa, que é composta por quarenta e seis itens (tarefas) e a forma reduzida, que é composta por apenas catorze itens, derivados da bateria (Balakrishnan & Rao, 2007; Bruininks, 1978; Levine, 1995; Lisot & Cavalli, 1995; Moreira, et al., 2000; Venetsanou, Kambas, Aggeloussis, Fatouros, & Taxildaris, 2009). A forma curta fornece apenas um índice, referente à estimativa da proficiência motora geral, apesar de ter a mesma estrutura da forma longa (Lisot & Cavalli, 1995). As duas formas são constituídas por oito subtestes que avaliam alguns aspetos específicos do desenvolvimento motor (Balakrishnan & Rao, 2007; Lisot & Cavalli, 1995; Moreira, Fonseca, & Diniz, 2000; Venetsanou, et al., 2009).

No nosso estudo optou-se por utilizar os 4 itens do subteste 5 (coordenação dos membros superiores) pela complexidade dos dados produzidos (Bruininks, 1978). Os itens a analisar envolvem a receção com ambas as mãos ou com a mão preferencial. Estes são itens complexos que englobam e combinam diversas competências motoras, como por exemplo, o equilíbrio, o alcançar/agarrar, o atirar e o apanhar.

O BOTMP é administrado individualmente (Duger, Bumin, Uyanik, Aki, & Kayihan, 1999; Levine, 1995; Lisot & Cavalli, 1995; Long & Toscano, 2002) e requer um período de tempo de 45 a 60 minutos para a bateria completa e de 15 a 20 minutos para a forma reduzida (Bruininks, 1978). Contudo, é possível afirmar que o tempo de administração do teste é relativo pois está dependente de muitos fatores: da competência de

quem aplica, do número de examinadores, do espaço e equipamento disponíveis, mas também da idade e do comportamento das crianças (Lisot & Cavalli, 1995).

Relativamente à cotação do teste, em todos os itens, as crianças têm uma oportunidade para praticar e cinco tentativas. Depois, é registado o número de vezes que a bola é apanhada corretamente (nos itens 1,2,3 e 4). Os valores obtidos em cada um dos itens são convertidos em pontos segundo o manual do BOTMP (Bruininks, 1978). O manual providencia tabelas que indicam a pontuação média (pontuação padrão) em cada subteste (Lisot & Cavalli, 1995). Essas tabelas indicam o percentil e a idade equivalente derivada da média, o que possibilita uma melhor interpretação dos desempenhos obtidos (Levine, 1995; Lisot & Cavalli, 1995; Venetsanou, et al., 2009). Estas tabelas foram construídas com base nos dados obtidos da população dos Estados Unidos e parte do Canadá, na altura do processo de validação do BOTMP (Lisot & Cavalli, 1995) sendo a validade de constructo de 0,57-0,86, com mediana de 0,78 (Bruininks, 1978). A fidelidade do teste, nomeadamente a confiabilidade teste-reteste, os coeficientes são satisfatórios, com 0,89 para as crianças do 1º ciclo e 0,86 para as do 2º ciclo (Bruininks, 1978). Para os subtestes separados, os coeficientes variaram de 0,58 a 0,89 para o 1º ciclo e de 0,29 a 0,89 para o 2º ciclo. Relativamente à fidelidade inter-observadores do BOTMP só foi obtida no controlo óculo-motor (subteste 7) e o coeficiente variou de 0,77-0,97 (Bruininks, 1978).

2.2. *BioStage* ® - Sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real

O *BioStage* ® é um sistema não-invasivo, de captura e parametrização do movimento em tempo real que melhora consideravelmente o processo de análise do movimento humano em 3D (Organic Motion, 2010). De acordo com Moeslund & Granum (2001) a captura do movimento humano define-se como o processo de captação dos movimentos do corpo de grande escala, que são os movimentos da cabeça, braços, tronco e pernas.

Este equipamento é um sistema de rastreamento ótico avançado e tem inúmeras aplicações, nomeadamente, no desporto, reabilitação, fisioterapia, ortopedia, investigação biomecânica, equilíbrio, marcha, postura e ergonomia e dá aos investigadores uma nova e poderosa ferramenta para controlar todos os aspetos do movimento humano. Desta forma,

contribui positivamente para avanços mensuráveis na investigação da ciência e de análise de movimento (Organic Motion, 2010).

O sistema é composto por um espaço de digitalização que contém um pano branco refletivo para maximizar a precisão de rastreamento com 5m. x 4m. x 2.5m e 14 câmaras monocromáticas para captura de vídeo em 2D da pessoa a ser rastreada no sistema (Organic Motion, 2010).

A precisão da reconstrução do movimento é assegurada por três tipos de sensores: giroscópios, acelerómetros e medidores de distâncias (Vlasic et al., 2007) que, em segundos, calibram e capturam o movimento puro, a partir das 14 câmaras e geram, em tempo real, dados precisos do movimento em 3D de 21 ossos (posição e orientação em 3D e comprimento dos ossos). Esses dados são diretamente enviados para um software principal para se proceder à análise biomecânica do movimento (The MotionMonitor - TMM). A informação do movimento que flui em tempo real no software MotionMonitor, fornece relatórios completos gerados instantaneamente no Excel ou outros formatos (Organic Motion, 2010).

As vantagens da utilização deste sistema é que faz o rastreamento de um indivíduo num único momento, não há necessidade de fatos especiais ou dispositivos conectados (marcadores ou sensores), podem estar mais que uma pessoa a interagir no espaço de digitalização (ex. um paciente e um assessor) e podem ser utilizadas auxiliares de marcha ou outros dispositivos de apoio (Organic Motion, 2010). Para além disso, a análise do movimento está disponível em tempo real, sem tempo de preparação.

Este sistema tem também inúmeras aplicações e benefícios clínicos – avaliações de pré e pós cirurgia, tratamento na reabilitação, análise de marcha, análise da parte superior do corpo, análise da postura e desenvolvimento de próteses e ortóteses (Organic Motion, 2010b).

3. Procedimentos

Este estudo decorreu ao abrigo do consórcio de investigação criado pela Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Instituto Politécnico do Porto (ESTSP-IPP), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FC/UP), Instituto de Telecomunicações

(IT) e Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto (FPCE/UP).

Após realizada uma revisão bibliográfica acerca da temática em questão, os diversos investigadores envolvidos no estudo fizeram formação para preparar para a utilização do *Biostage* ® e do software Motion Monitor.

Foram tidos em consideração uma série de princípios ou direitos fundamentais, no que a questões éticas diz respeito (Hicks, 2004) nomeadamente, a obtenção do Termo de Consentimento Informado por parte dos pais ou encarregados de educação das crianças, (Berk, 2006; Creswell, 2003; Goodwin, 2010; Kumar, 2005; Taylor, 2005) – **Anexo I**. Este foi um passo essencial para que os pais tomassem conhecimento dos objetivos, métodos e meios utilizados na investigação, permitindo a continuação do processo (Creswell, 2003; Kumar, 2005; Monson & Horn, 2008) e garantindo deste modo, o princípio da veracidade (Bowling, 2002; Hicks, 2004). Durante o processo de recolha de dados, a não-maleficência da investigação também foi garantida, recorrendo-se a materiais e métodos não prejudiciais para a integridade física e psíquica das crianças envolvidas no estudo (Hicks, 2004). Ao longo do estudo, foi mantido o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos (Creswell, 2003), sendo estes utilizados única e exclusivamente para fins de investigação (Hicks, 2004).

A recolha de dados decorreu entre 1 de Novembro de 2011 e 18 de Janeiro de 2012 no Laboratório do Porto Interactive and Rehabilitation Center, sito na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, no edifício das Ciências dos Computadores.

Os quatro itens do subteste 5 do BOTMP foram aplicados num só momento a cada uma das crianças dentro das condições constantes do seu manual e respeitando todo o rigor inerente à recolha de dados e teve a duração de aproximadamente 20 minutos (cada criança). A cada uma das crianças, foi pedido que vestisse peças de roupa escura e que retirasse o calçado. Depois, pediu-se à criança que se colocasse dentro, no centro e atrás de uma linha devidamente delineada do equipamento de avaliação e que seguisse as orientações dadas pela autora do estudo (permanecer cerca de 30 segundos na posição neutra sem se movimentar). De seguida, a autora colocou-se a uma distância de três metros da criança e explicou-lhe que tarefas teria que desempenhar. Numa primeira fase, pediu-se que apanhasse a bola de ténis com as duas mãos e que a fizesse saltar para o investigador

(item 1 do subteste 5). A seguir, pediu-se à criança que se mantivesse na mesma posição, e fizesse o mesmo procedimento, contudo utilizando apenas a mão preferencial (item 2 do subteste 5). Depois, pediu-se que, na mesma posição, mas com as duas mãos, apanhasse uma bola de ténis atirada por baixo (item 3 do subteste 5). Posteriormente, pediu-se que na mesma posição, apanhasse uma bola de ténis atirada por baixo com a mão preferencial (item 4 do subteste 5) (Bruininks, 1978). Ao longo dos passos supracitados, um dos observadores foi responsável pela aplicação do teste e o segundo observador permaneceu no computador a monitorizar o programa do sistema, indicando os momentos de início e término de cada uma das tarefas (ver protocolo de atuação do *BioStage* ® - **Anexo II**).

Depois da recolha de dados efetuada, foi necessário selecionar os “frames” correspondentes à fase dos ajustes posturais antecipatórios através da visualização dos filmes de cada criança gravados no programa MotionMonitor. Para isso, utilizou-se a triangulação de investigadores para garantir uma maior confiabilidade à investigação (Johnson & Christensen, 2010; Sim & Wright, 2000).

Após a seleção de todos os “frames”, escolheu-se uma das tentativas realizadas de forma aleatória e os valores obtidos no software MotionMonitor foram exportados e analisados estatisticamente através da utilização do Microsoft Office Excel 2007. A validade estatística foi tida em conta, sendo esta garantida através de uma condução rígida dos procedimentos estatísticos e da apresentação das conclusões que vão de acordo com esses procedimentos (Goodwin, 2010; Johnson & Christensen, 2010; Morrow et al, 2011). Para a apresentação e análise dos resultados, foi utilizada a estatística descritiva, com recurso a análise de frequências (Todman & Dugard, 2001; Ribeiro, 2008). Os dados foram apresentados sob a forma de gráficos, para facilitar a sua compreensão.

CAPÍTULO III

Resultados

De seguida, serão analisados os valores obtidos nas diferentes tarefas. Numa primeira fase, serão descritos os resultados da receção bilateral de uma bola com ressalto no chão. Depois, focar-se-á os resultados da receção unilateral (mão dominante) com ressalto no chão. Posteriormente, serão abordados os resultados da receção bilateral sem ressalto no chão e, por último, os resultados da tentativa da receção unilateral sem ressalto no chão. A análise de desempenho das crianças nas diferentes tarefas permitirá responder às questões de investigação formuladas e, consequentemente, responder aos objetivos de estudo.

1. Receção bilateral com ressalto da bola no chão

Neste movimento, pedia-se às crianças que apanhassem uma bola com ambas as mãos, em frente ao corpo.

No que diz respeito aos movimentos dos membros superiores, a maioria das crianças realizaram movimentos simétricos e apresentaram valores que variaram entre os 2 e 40 graus ao nível do ombro e os 1 e 55 graus ao nível do cotovelo. Observou-se neste caso, um predomínio no padrão de flexão do ombro - extensão do cotovelo (como as crianças 3, 4, 5, 6, 7 e 9), mas as crianças 2, 10 e 11 recorreram a um padrão diferente: extensão do ombro – flexão do cotovelo.

Relativamente aos movimentos do tronco, verificou-se que, no geral, as crianças apresentaram valores muito estáveis nos vários segmentos e movimentos, variando entre 1 e 5 graus de flexão/extensão torácica e entre 1 e 6 graus de flexão lateral torácica esquerda/direita, à exceção da criança 10 que teve uma amplitude de 10 graus de flexão torácica e de 8 graus de flexão lateral direita do tronco (Figuras 1 e 2).

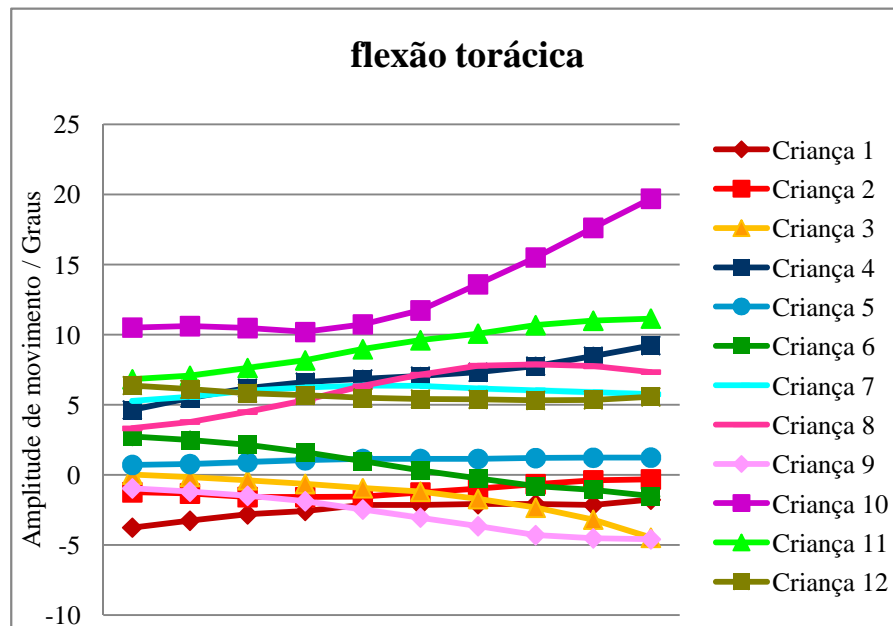


Figura 1: valores da flexão torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão

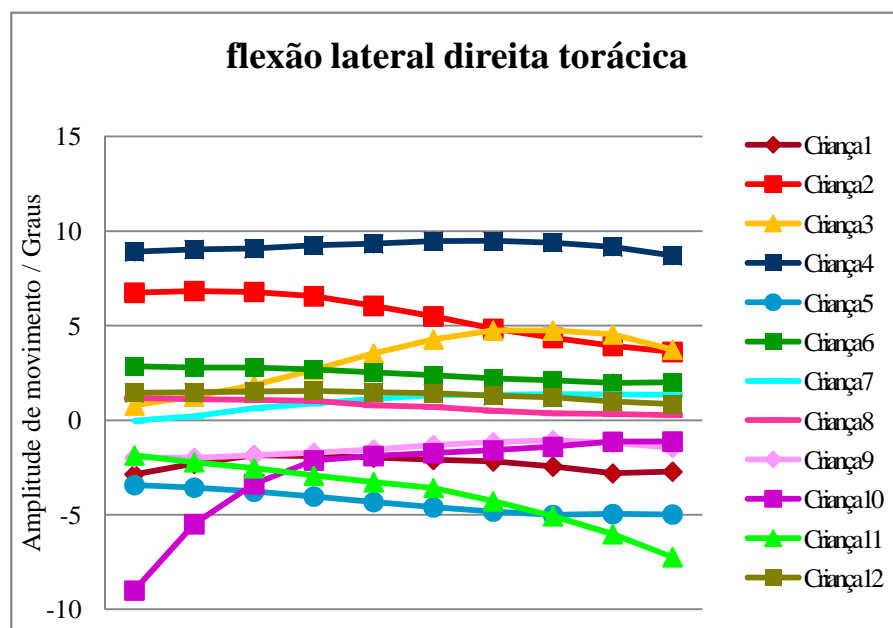


Figura 2: valores da flexão lateral torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão

Nesta tarefa, observou-se um padrão predominante de ligeiras rotações à direita ou esquerda (que variaram entre os 0 e 13 graus), que parecem variar de acordo com a trajetória da bola. As exceções são as crianças 3, 8, 9 e 10 que apresentaram rotações

aproximadamente de 20 graus, o que pressupõe que estas tiveram que se ajustar ao longo do movimento e numa fase mais tardia, para uma receção correta da bola com as duas mãos (Figura 3). Para além disso, as crianças 1 e 11, apesar de não terem realizado uma variação significativa, usaram amplitudes extremas para a realização do movimento – a criança 1 com cerca de 43 graus de rotação torácica direita e a criança 11, por outro lado, com um valor aproximado de 38 graus de rotação torácica esquerda, como também se pode observar na Figura 3.

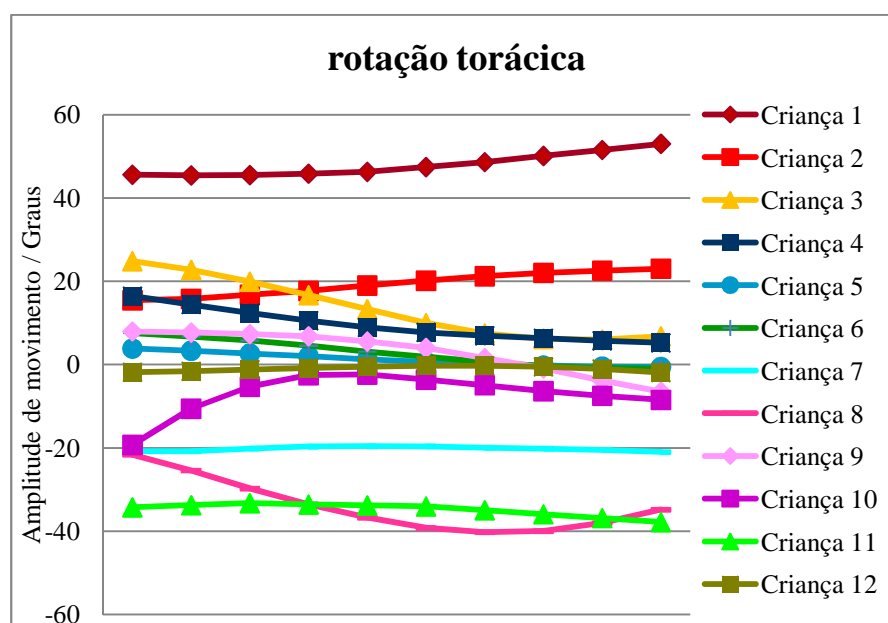


Figura 3: valores da rotação torácica na receção bilateral com ressalto da bola no chão

Na pélvis, verificou-se que a maioria das crianças realizou uma ligeira anteversão, com amplitudes entre os 2 e os 10 graus, com exceção das crianças 6 e 10 que executaram um movimento de anteversão de cerca de 12 e 20 graus, respetivamente (Figura 4). No que diz respeito à elevação da pélvis, mais uma vez, verificou-se que a criança 10 é a menina que realizou maior amplitude, com um valor aproximado de 9 graus de elevação esquerda (Figura 5).

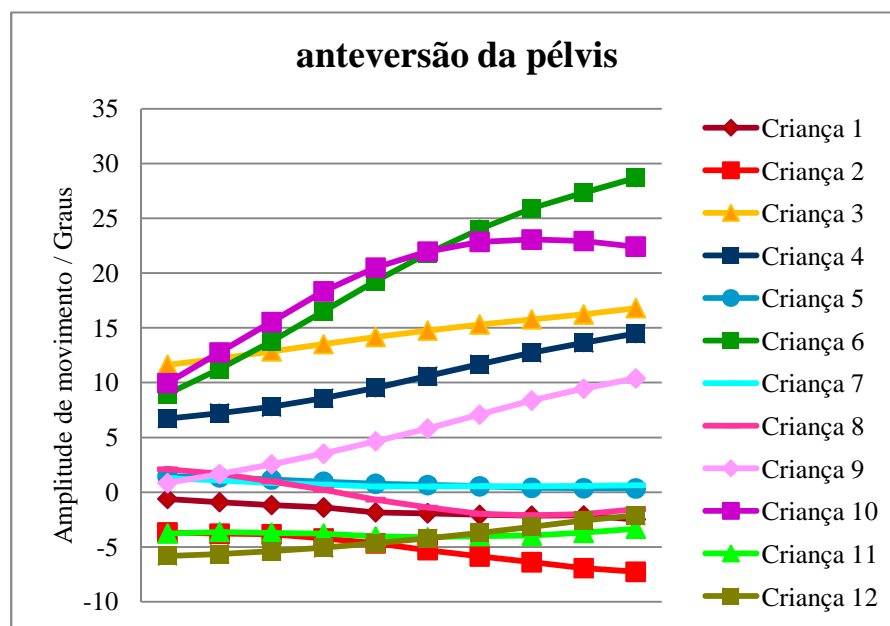


Figura 4: valores da anteversão da pélvis na receção bilateral com ressalto da bola no chão

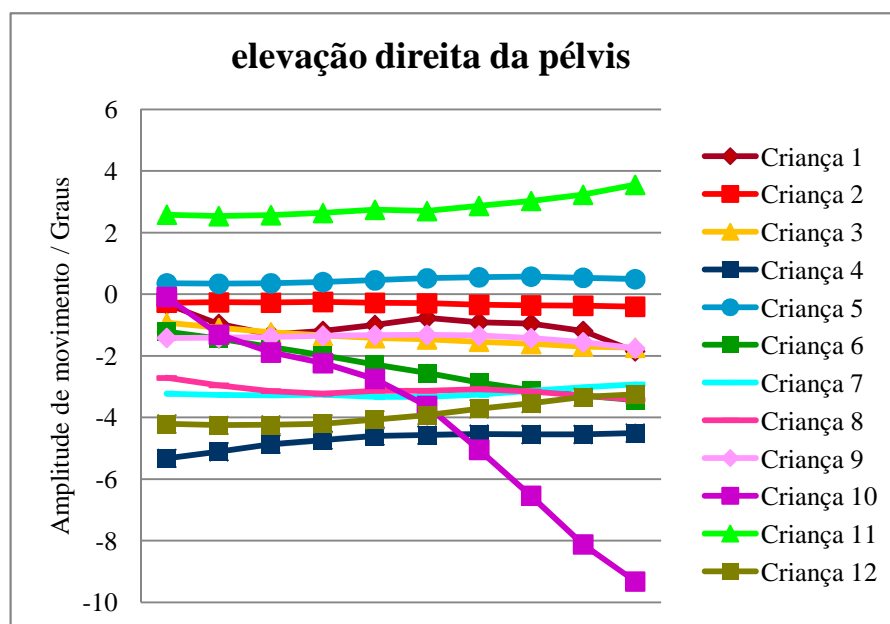


Figura 5: valores da elevação direita da pélvis na receção bilateral com ressalto da bola no chão

Também se verificou que, das crianças que realizaram o padrão de flexão do ombro-extensão do cotovelo (crianças 3, 4, 5, 6, 7 e 9), apenas as crianças 5 e 7 não

realizaram um movimento de anteversão da pélvis. Sendo assim, pode-se afirmar que há um padrão combinado de flexão do ombro-extensão do cotovelo-anteversão da pélvis.

Ao nível dos membros inferiores, verificou-se que a maioria das crianças não necessitou de recorrer a estes segmentos para receber a bola com as duas mãos, com exceção das crianças 4, 6 e 10.

Na criança 10, observou-se que, aquando a receção da bola com as duas mãos, esta apresentou um padrão de extensão dos ombros, flexão dos cotovelos, flexão torácica e uma ligeira retroversão da pélvis, como se verifica no gráfico seguinte (Figura 6).

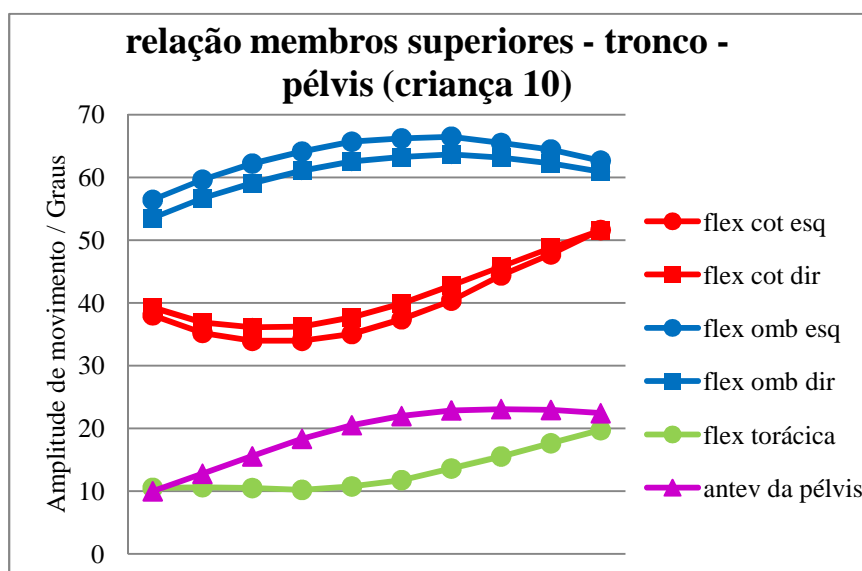


Figura 6: relação entre os movimentos dos membros superiores, tronco e pélvis da criança 10 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

A criança 6, apesar de ter apresentado uma boa estabilidade do tronco, necessitou de recorrer aos movimentos dos membros inferiores, nomeadamente à flexão das ancas (aproximadamente 23 graus de flexão de ambas). Assim, pode-se constatar que esta criança utilizou um padrão de movimento de extensão do tronco-anteversão-flexão das ancas (Figura 7). De salientar que este é o único rapaz que possui dominância manual esquerda, o que pode justificar ter tido que fazer maiores ajustes.

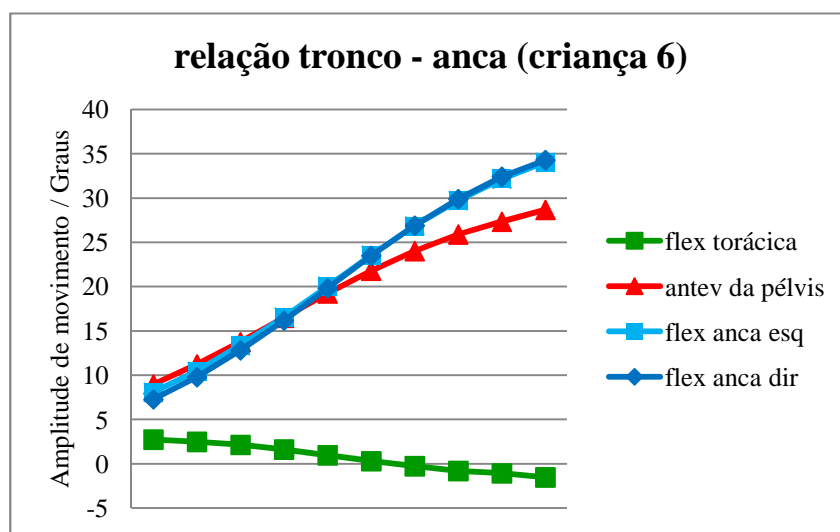


Figura 7: relação entre segmentos mais recrutados pela criança 6 na receção bilateral com ressalto da bola no chão

Para concluir, pode-se afirmar que, nesta tarefa, as crianças necessitaram de recorrer mais à rotação do que aos movimentos antero-posteriores do tronco para receber a bola. Para além disso, também se conclui que, em geral, as meninas demonstram ter menos estabilidade de tronco e pélvis ou menor capacidade de prever com exatidão a trajetória da bola.

2. Receção unilateral com mão preferencial e ressalto da bola no chão

Nesta tarefa, era pedido às crianças que apanhassem uma bola com a mão de preferência depois de esta ressaltar no chão e, tal como na receção bilateral, foram observados padrões de movimentos antero-posteriores do tronco e pélvis e de rotação do tronco, contudo, com maiores amplitudes.

Em relação aos membros superiores, no que diz respeito aos movimentos do ombro, a maioria das crianças realizou um movimento de flexão dos dois membros, apesar das amplitudes serem superiores no membro que recebe a bola (variam entre 1 e 20 graus). Ao nível do cotovelo, como se pode observar através das figuras 8 e 9, os valores do membro superior esquerdo mantêm-se do início ao fim da sequência e o membro superior direito (membro de preferência manual da maioria das crianças), realizou um movimento de flexão (as crianças 1, 4, 5, 7, 9, 10 e 12).

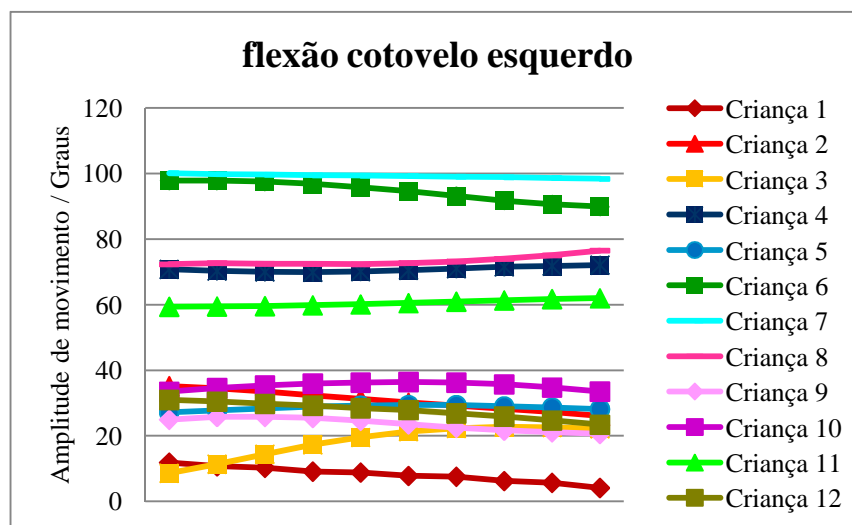


Figura 8: valores da flexão do cotovelo esquerdo na receção unilateral com ressalto da bola no chão

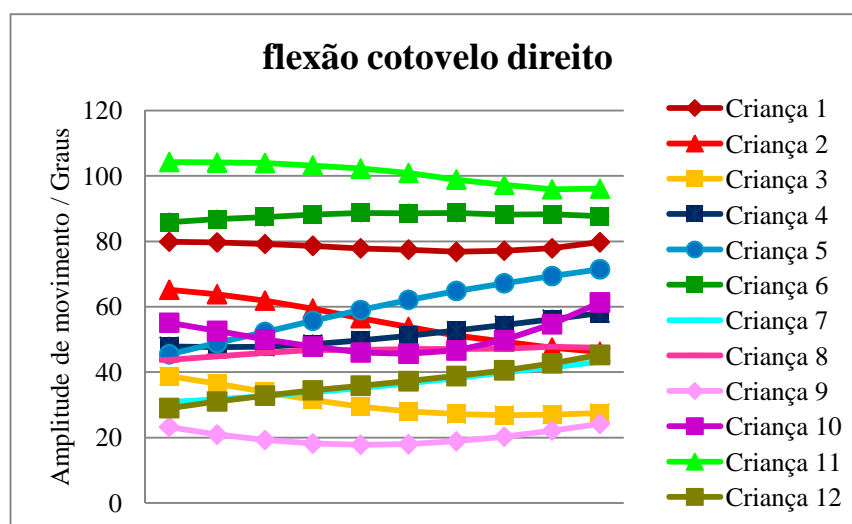


Figura 9: valores da flexão do cotovelo direito na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Relativamente aos movimentos do tronco, observou-se que a maioria das crianças realizou extensão torácica com amplitudes entre os 1 e os 10 graus, e a nível lombar, as amplitudes variam entre os 1 e 8 graus, com exceção das crianças 10 e 3 que apresentaram uma amplitude de aproximadamente 13 graus. Contudo, os valores da criança 10 foram aumentando gradualmente, o que significa que conseguiu preparar o tronco para a trajetória da bola, ao contrário da criança 3 que necessitou de se ajustar numa fase mais tardia do movimento, como é visível no gráfico seguinte (Figura 10).

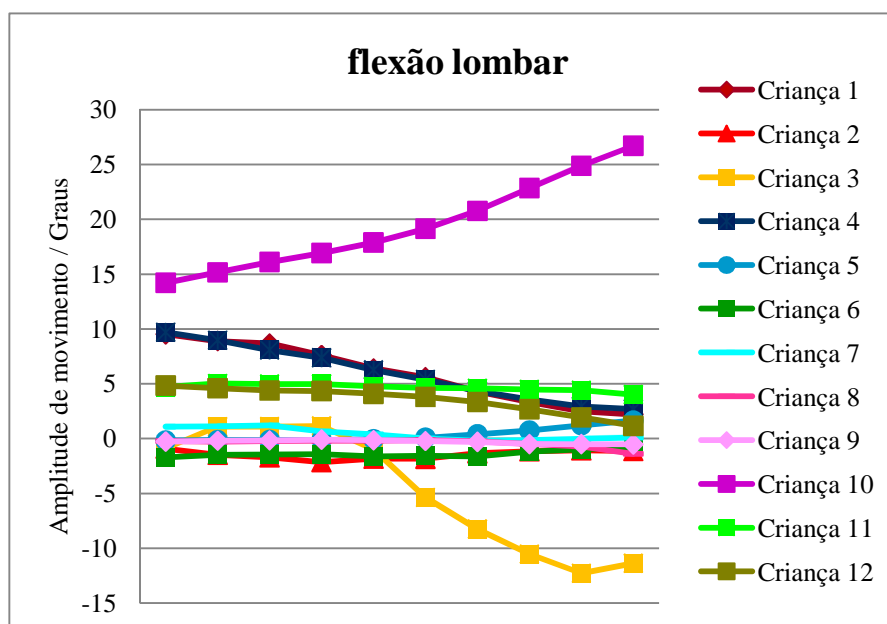


Figura 10: valores da flexão lombar na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Assim, pode-se afirmar que, nesta tarefa, houve um padrão combinado de movimento entre membros superiores e tronco: flexão do ombro – flexão do cotovelo – extensão do tronco.

Nos movimentos laterais do tronco, quase todas as crianças fizeram flexão lateral para o mesmo lado (direito), à exceção das crianças 7 e 8 que realizaram o movimento para o lado oposto. Assim, as amplitudes variaram entre os 0 e os 18 graus, apesar de para lados diferentes, como referido. No caso da criança 8, a flexão esquerda era esperada devida à preferência manual esquerda, apesar de, no outro esquerdino (criança 7) ter ocorrido um padrão diferente, com uma ligeira flexão lateral para o lado oposto (direita) da sua dominância manual. A criança 10 teve que se ajustar numa fase tardia (Figura 11), necessitando de fletir o tronco para o lado contrário da sua mão preferencial (direita), o que pode significar que esta recebeu a bola na linha média ou que a bola foi atirada para o seu lado esquerdo.

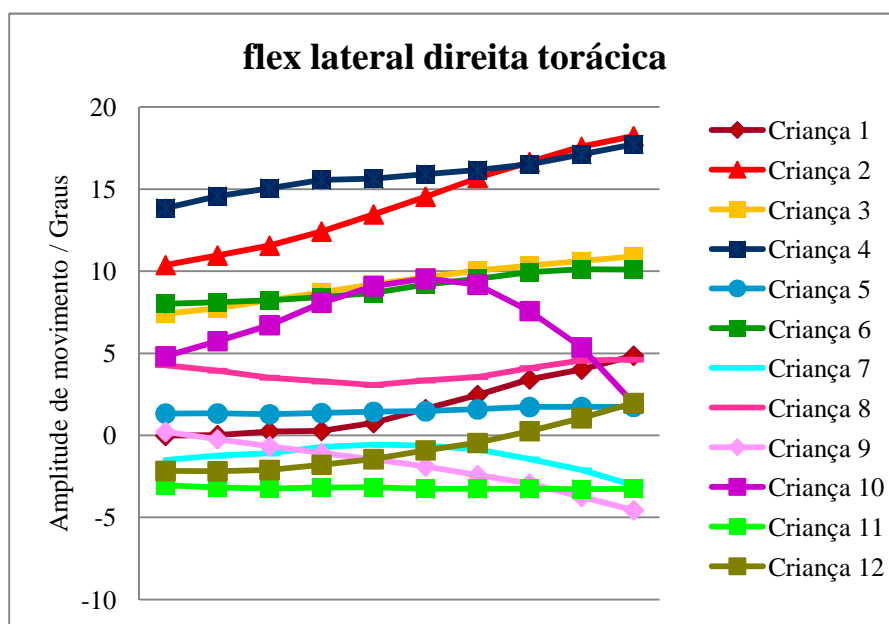


Figura 11: valores da flexão lateral direita torácica na recepção bilateral com ressalto da bola no chão

Para além disso, como o movimento ocorreu apenas num dos lados do corpo (tarefa unilateral), observou-se uma maior variação de amplitudes de movimentos nesta tarefa do que na tarefa bilateral, principalmente nos movimentos laterais. Assim, ao nível da tarefa unilateral, observaram-se maiores amplitudes de movimento, como podemos constatar nos exemplos das crianças 9 e 12 da Figura 12.

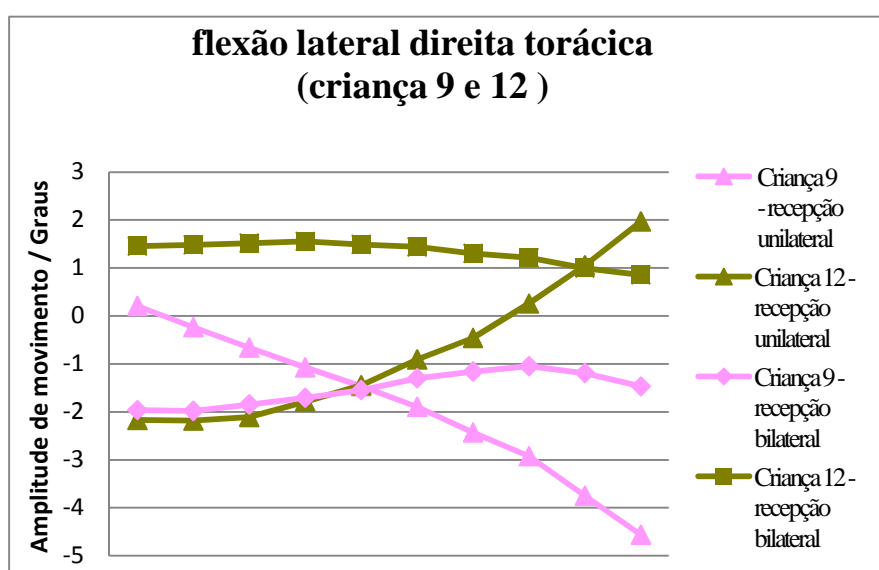


Figura 12: relação entre os valores da flexão lateral direita torácica das crianças 9 e 12 na recepção unilateral e bilateral com ressalto da bola no chão

Nesta tarefa, os movimentos de rotação do tronco não foram o movimento predominante, ao contrário do que aconteceu na tarefa de receção bilateral com ressalto da bola no chão. A maioria das crianças recorreu a este movimento mas, quando o fez, realizou amplitudes mínimas, entre 0 e 18 graus, como podemos observar na Figura 13. A maioria das crianças realizou um movimento ligeiro de rotação do tronco para o lado oposto do membro que recebe a bola, com é visível nas crianças 3, 5, 7, 9, 10, 12.

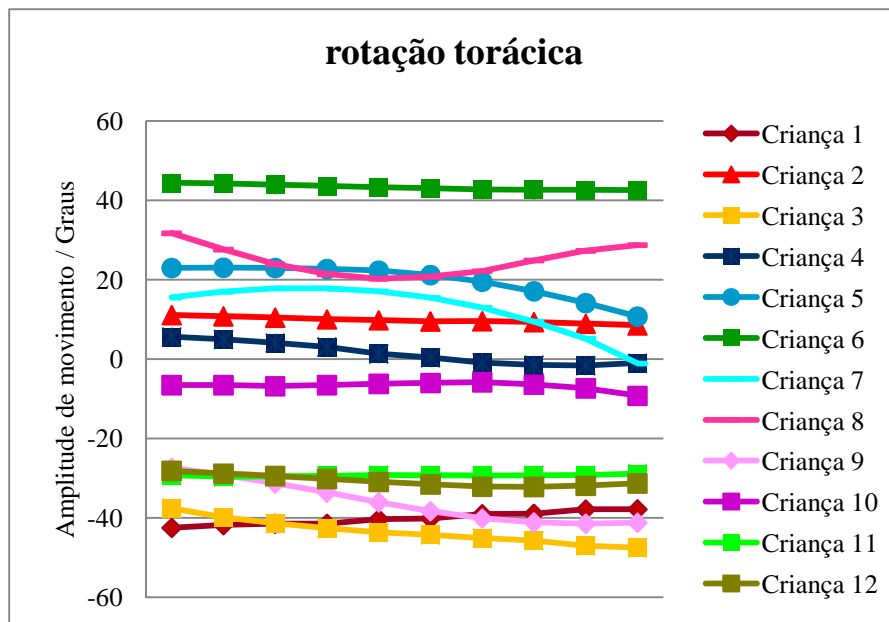


Figura 13: valores da rotação torácica na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Em relação aos movimentos da pélvis, tal como no movimento bilateral, foi visível que a maioria das crianças utilizou o movimento de anteversão, com valores entre os 0 e os 8 graus, com exceção da criança 9 que fez uma amplitude de 15 graus (Figura 14). Relativamente à elevação da pélvis, tal como na tarefa anterior, é a criança 10 que revela maior amplitude de movimento com 5° de elevação lateral direita.

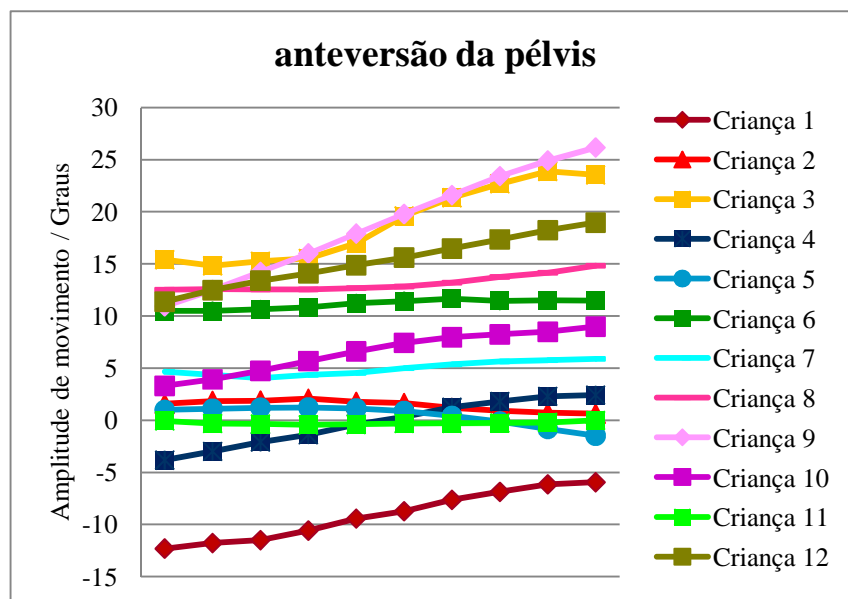


Figura 14: valores da anteversão da pélvis na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Assim, pode-se referir que, no decorrer desta tarefa existiu um padrão combinado de movimento entre tronco e pélvis: quando o corpo flete para a direita, dá-se um movimento de rotação esquerda e a pélvis realiza um movimento de anteversão.

No que diz respeito aos membros inferiores, observou-se uma predominância na utilização dos movimentos de flexão das ancas, tal como se verificou na receção bilateral. Contudo, na receção unilateral da bola, as crianças recorreram muito mais aos movimentos de flexão das ancas, ao contrário da tarefa anterior, como é visível nos gráficos apresentados a seguir (Figuras 15 e 16).

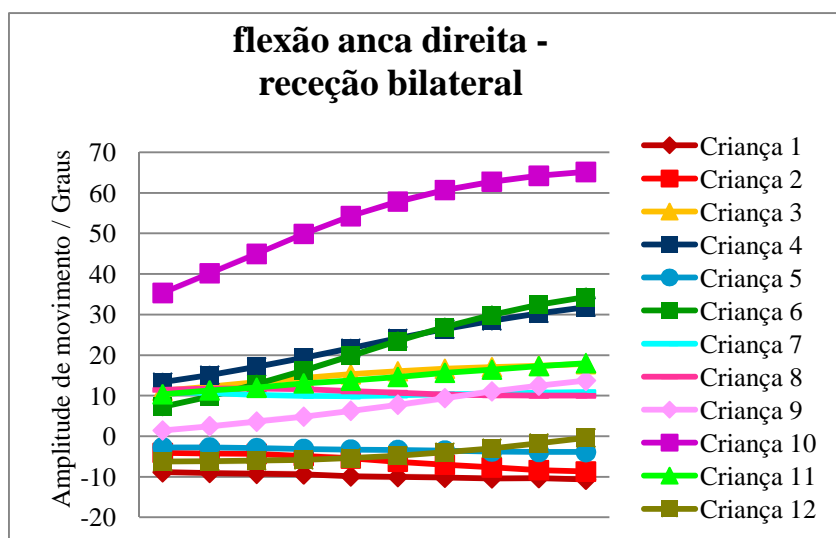


Figura 15: valores da flexão da anca direita na receção bilateral com ressalto da bola no chão

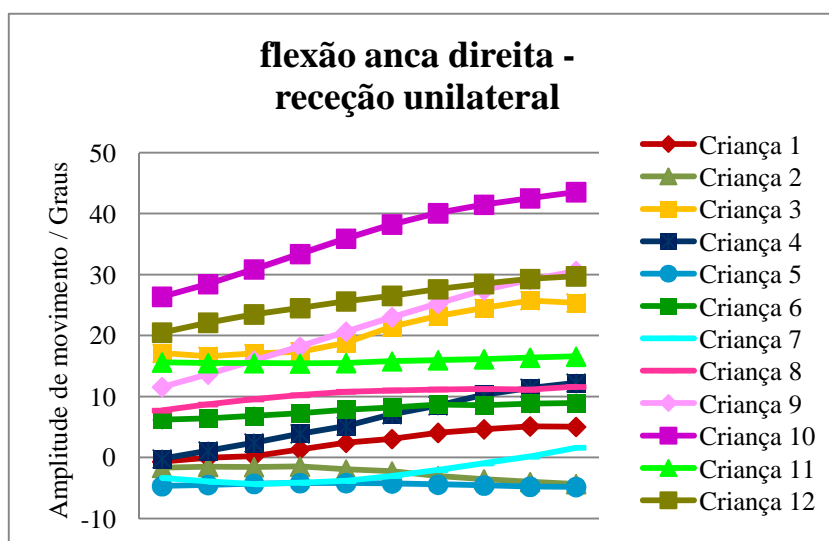


Figura 16: valores da flexão da anca direita na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Para além disso, verificou-se grandes amplitudes nestes movimentos, principalmente em metade do grupo da amostra – crianças 3, 4, 9, 10 e 12. Nestes casos, as amplitudes variaram entre os 9 e 20 graus na anca esquerda e os 10 e 19 graus na anca direita (Figuras 17 e 18). Observou-se também, que a criança 3 se ajustou numa fase mais tardia, sendo esta uma das meninas mais novas.

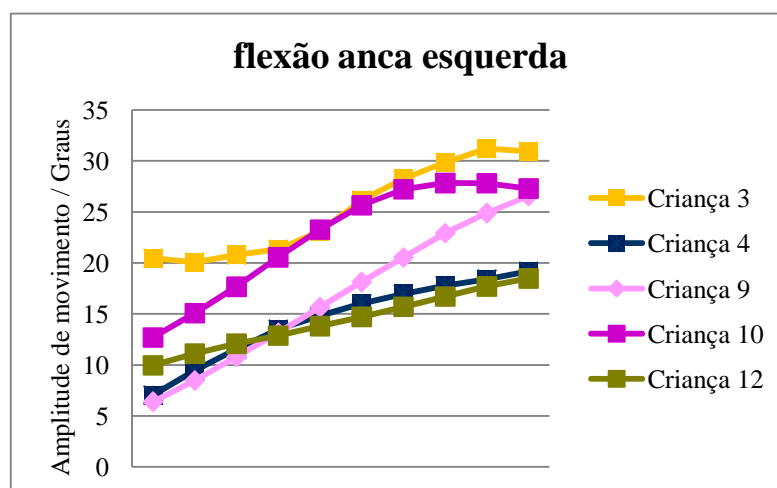
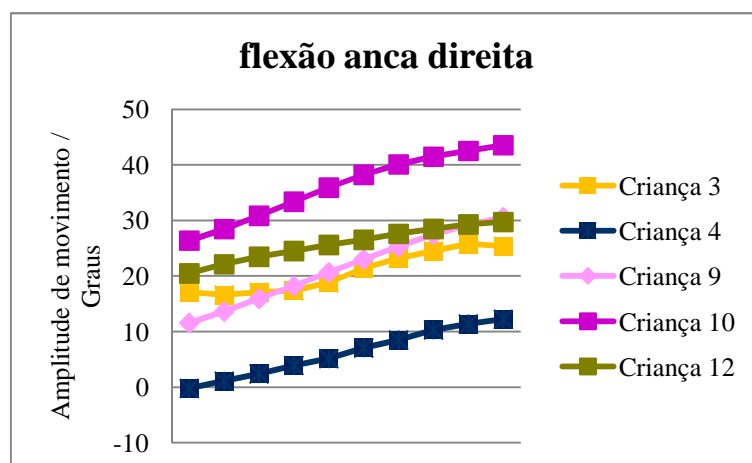


Figura 17: relação entre os valores da flexão da anca esquerda das crianças 3, 4, 9, 10 e 12 na receção unilateral com ressalto da bola no chão



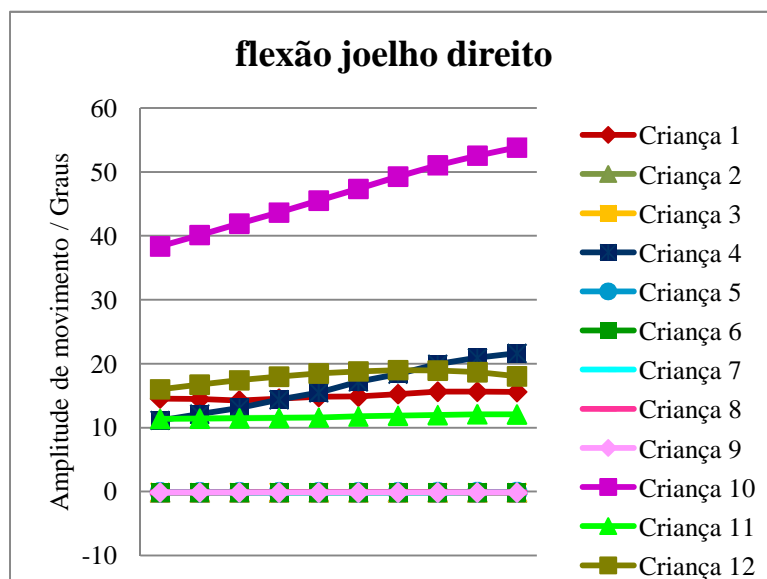


Figura 20: valores de flexão do joelho direito na receção unilateral com ressalto da bola no chão

As crianças 3 e 10, como já foi referido, são as mais novas da amostra e foram as que revelaram mais dificuldades em prever a trajetória da bola nesta tarefa, efetuando inúmeros APA's.

A criança 10 utilizou predominantemente os movimentos antero-posteriores do tronco, pélvis e membros inferiores e fez transferência de peso para a direita, quando recebeu a bola com a mão do mesmo lado.

Para além disso, em relação aos membros superiores, a mesma criança recebeu a bola com a mão direita (mão preferencial), realizando um movimento de extensão do ombro e flexão do cotovelo para receber a bola, o que significa que a criança recebeu a bola perto do tronco (Figura 21).

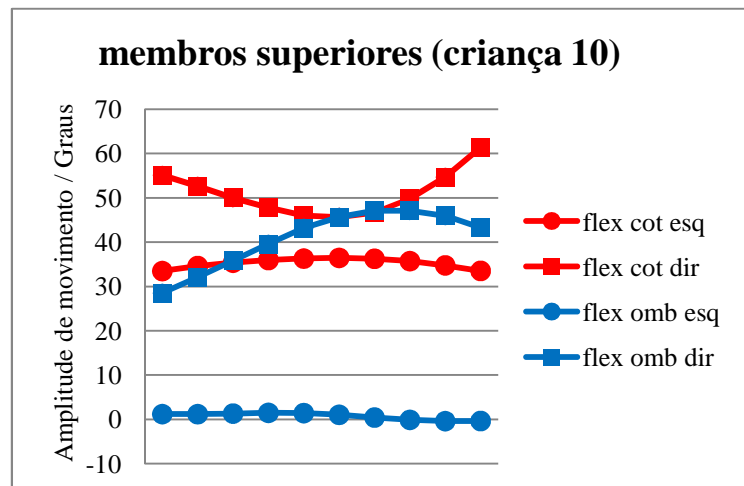


Figura 21: relação entre os valores dos movimentos de flexão dos membros superiores da criança 10 na receção unilateral com ressalto da bola no chão

No final da sequência, a criança 10 encontrava-se com um padrão de extensão do ombro-flexão do cotovelo-flexão do tronco-anteversão da pélvis-flexão das ancas e joelhos e de flexão lateral esquerda com elevação direita da pélvis (Figuras 22, 23 e 24).

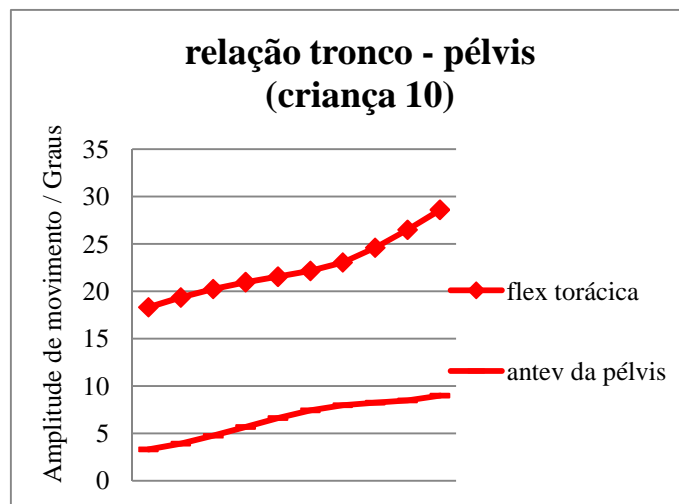


Figura 22: relação entre os valores de flexão do tronco e anteversão da pélvis da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

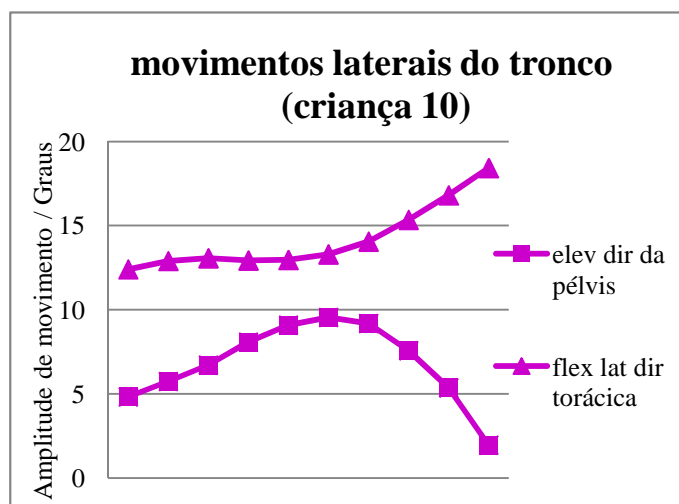


Figura 23: relação entre os valores de elevação direita da pélvis e flexão lateral do tronco da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

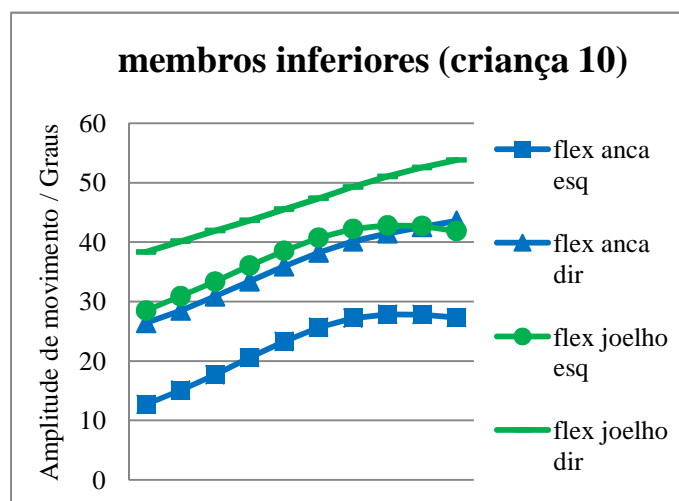


Figura 24: relação entre os valores dos movimentos de flexão das ancas e joelhos da criança 10 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

A criança 3, por outro lado, para além dos movimentos antero-posteriores do tronco e pélvis, também utilizou os movimentos de rotação do tronco mas não recorreu à flexão dos joelhos (Figuras 25 e 26). Contudo, esta criança teve necessidade de corrigir a sua postura a meio da tarefa e por isso, mostrou um padrão de movimento muito instável, com muitas variações entre o início e final da sequência, apesar de ter realizado menores amplitudes de movimento que a criança 10 em todos os segmentos.

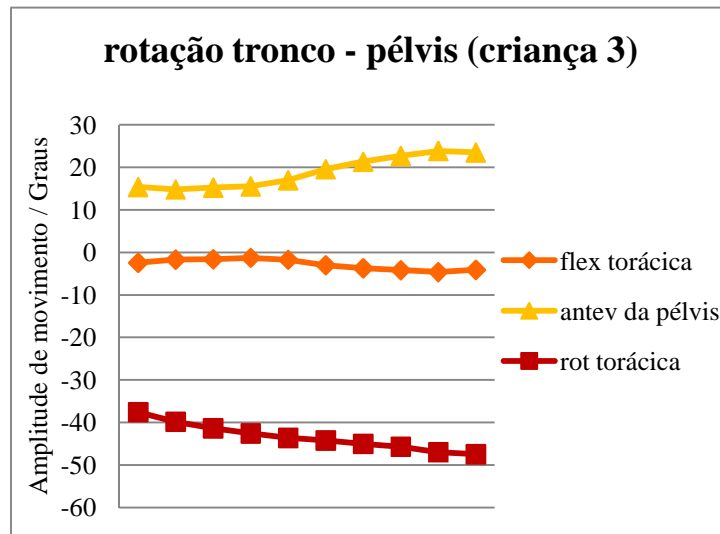


Figura 25: relação entre os valores dos movimentos de flexão, rotação do tronco e anteversão da pélvis da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão

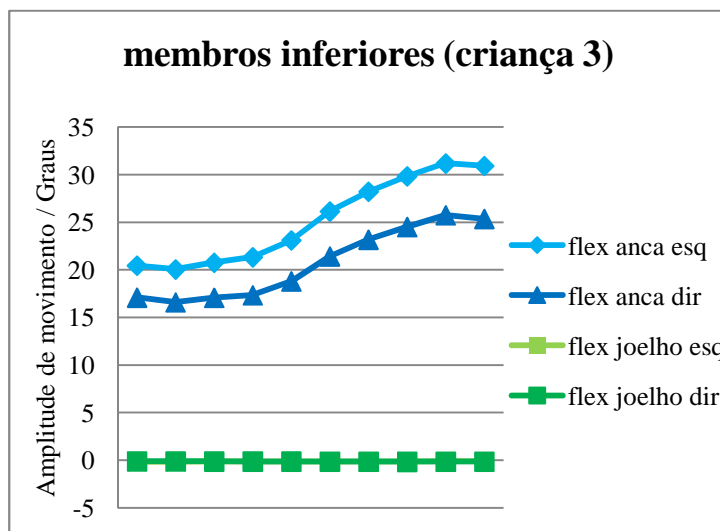


Figura 26: relação entre os valores dos movimentos de flexão das ancas e joelhos da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Ao nível dos membros superiores, a criança 3 utilizou o membro superior direito para receber a bola, contudo, ao contrário da criança 10 que realizou um movimento de flexão do ombro e extensão do cotovelo, o que poderá dizer que a bola foi lançada com uma velocidade menor e para longe do seu corpo e esta teve que se ajustar. Mais se acrescenta que a criança realizou também uma flexão do cotovelo esquerdo, possivelmente para compensar o movimento realizado (Figura 27).

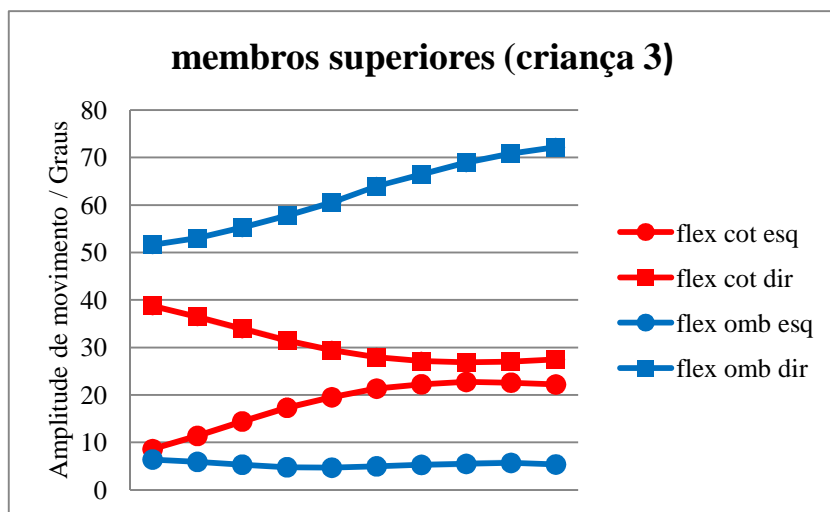


Figura 27: relação entre os valores dos movimentos dos membros superiores da criança 3 na receção unilateral com ressalto da bola no chão

Para concluir, pode-se mencionar que, tal como na tarefa de receção bilateral, as meninas têm menos estabilidade do tronco e pélvis e necessitam de recorrer aos membros inferiores para apanhar eficazmente a bola.

Conclui-se, também, que os movimentos na receção unilateral foram efetuados com maior amplitude, o que significa que, nesta tarefa, as crianças tiveram que efetuar mais APA's que no anterior.

3. Receção bilateral sem ressalto da bola no chão

Neste movimento, foi pedido às crianças que recebessem a bola com as duas mãos sem que esta batesse no chão.

Relativamente aos movimentos dos membros superiores, a maioria das crianças realizou um padrão de extensão do ombro-flexão do cotovelo (crianças 1, 3, 6, 8 e 9), outras realizaram um movimento de flexão do ombro-extensão do cotovelo (crianças 7, 10 e 12) e ainda houve quem efetuasse um padrão de flexão do ombro-flexão do cotovelo (crianças 4, 5, e 11). Contudo, o padrão predominante foi o de extensão do ombro-flexão do cotovelo, contrariamente ao que foi observado na mesma tarefa, mas com ressalto da bola no chão.

Em relação aos movimentos de flexão/extensão do tronco, verificou-se que a maioria das crianças realiza ligeiras amplitudes, que variam entre 1 e 6 graus ao nível torácico e 3 graus de flexão/extensão lombar, com exceção da criança 3 que apresentou um valor superior (7 graus de extensão torácica e 23 graus de extensão lombar), revelando alguma instabilidade do tronco e dificuldade em prever a trajetória da bola (Figuras 28 e 29).

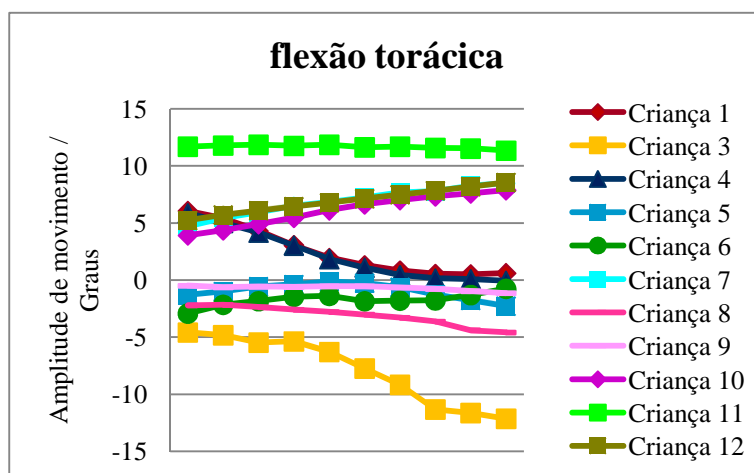


Figura 28: valores da flexão torácica na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

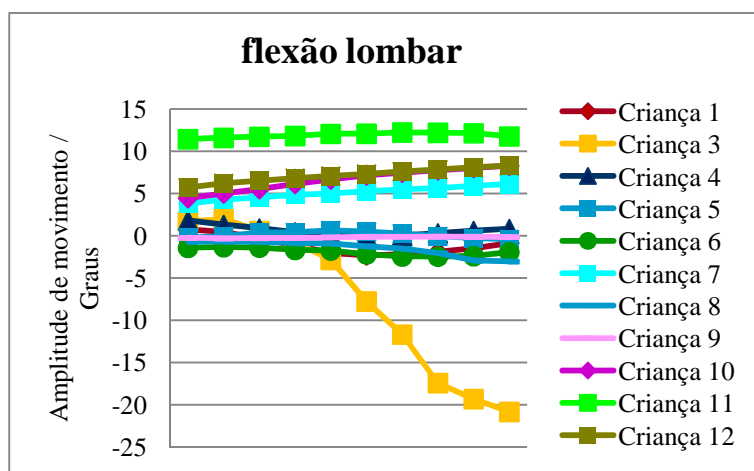


Figura 29: valores da flexão lombar na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

Nos movimentos laterais, em todas as crianças observou-se ligeiras amplitudes, de variação entre 1 e 6 graus ao nível torácico e lombar, quer para a esquerda quer para a direita, consoante a trajetória da bola. Em consequência disso, ao nível da elevação da pélvis, também não se verificou alterações significativas, com valores que variaram entre 1

e 3 graus. Os valores desta tarefa são, assim, semelhantes aos do movimento de receção bilateral com ressalto da bola no chão, onde também foram observadas alterações mínimas.

Relativamente aos movimentos da pélvis, e também tal como foi observado na receção bilateral com ressalto da bola, a maioria das crianças realizou um movimento de anteversão, com amplitudes que variaram entre 1° e 13° (Figura 30).

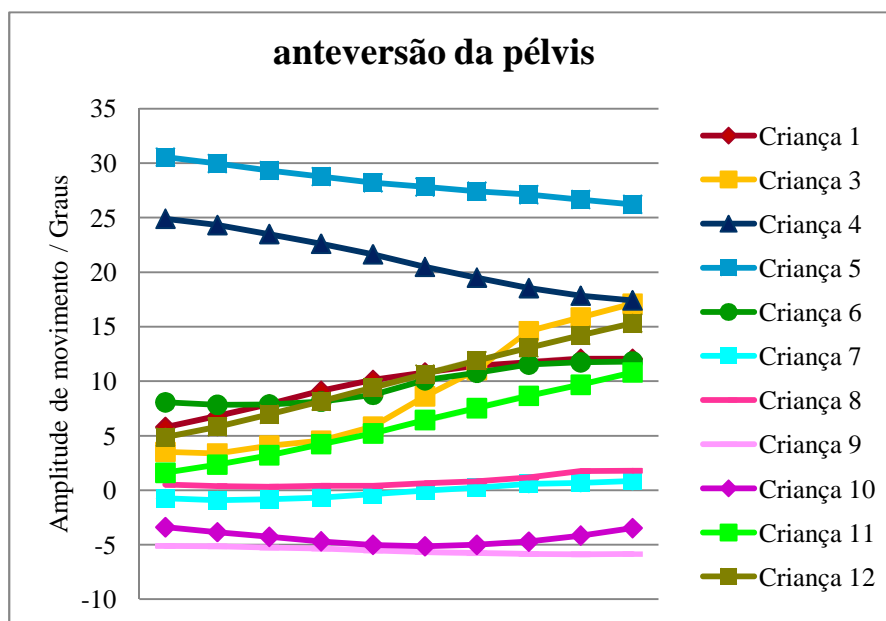


Figura 30: valores de anteversão da pélvis na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

No que diz respeito às rotações do tronco observou-se que existiram ligeiras rotações quer à direita como à esquerda, que vão de encontro à trajetória da bola. Contudo, também foram observadas algumas exceções, como é o caso das crianças 5, 9 e 10 que realizaram um movimento de rotação torácica direita de aproximadamente 10 graus. Os valores destas exceções, comparados com aqueles analisados no movimento de rotação da receção bilateral com ressalto da bola, foram ligeiramente menores, como podemos observar nas Figuras 31 e 32. Para além disso, também se verificou que as crianças 9 e 10 foram as raparigas que recorreram a maiores amplitudes de movimento de rotação do tronco nesta tarefa, tal como aconteceu na receção bilateral com ressalto no chão.

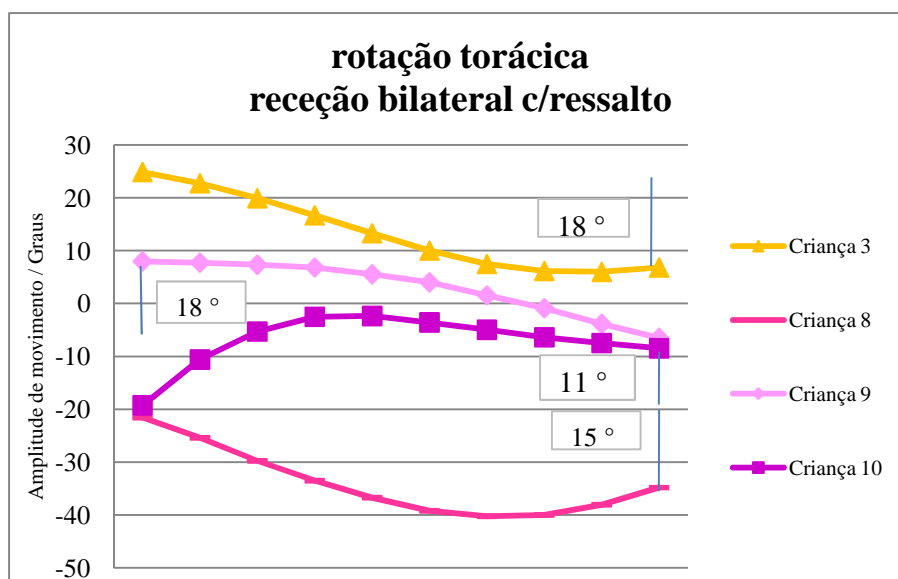


Figura 31: relação entre os valores da rotação torácica na recepção bilateral com ressalto da bola no chão

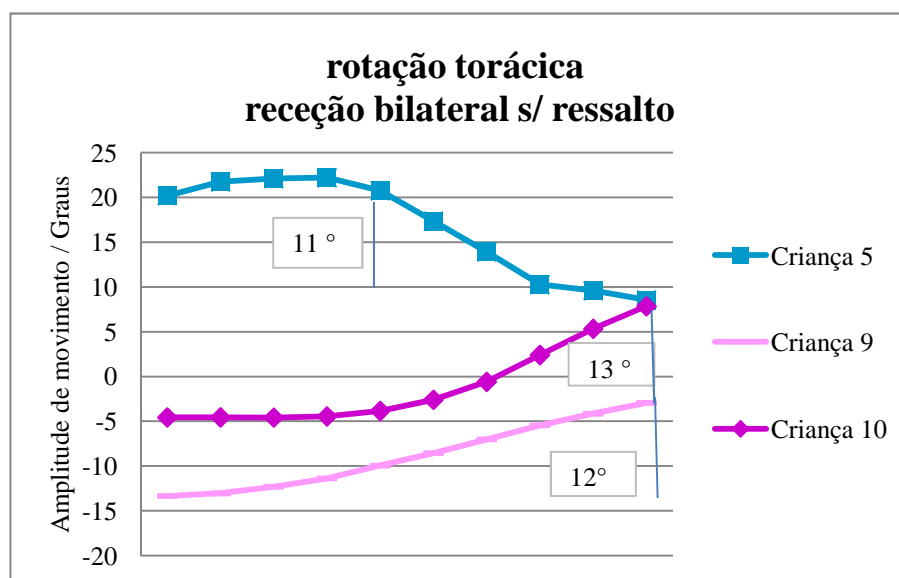


Figura 32: relação entre os valores da rotação torácica na recepção bilateral sem ressalto da bola no chão

Em relação aos membros inferiores, a maioria das crianças recorreu à flexão tanto das ancas como dos joelhos, contrariamente ao que foi observado na tarefa de receção bilateral com ressalto no chão. A maioria das crianças realizou uma amplitude de flexão das ancas, com valores que variam entre os 0 e os 12 graus na anca esquerda e os 1 e os 17 graus da anca direita (com exceção das crianças 4, 5 e 9 que executaram um movimento de extensão deste segmento). Contudo, também foi visível que a maioria das crianças apresentou uma amplitude superior na anca esquerda, tanto no início como no final da sequência, como se pode observar no gráfico seguinte (Figura 33).

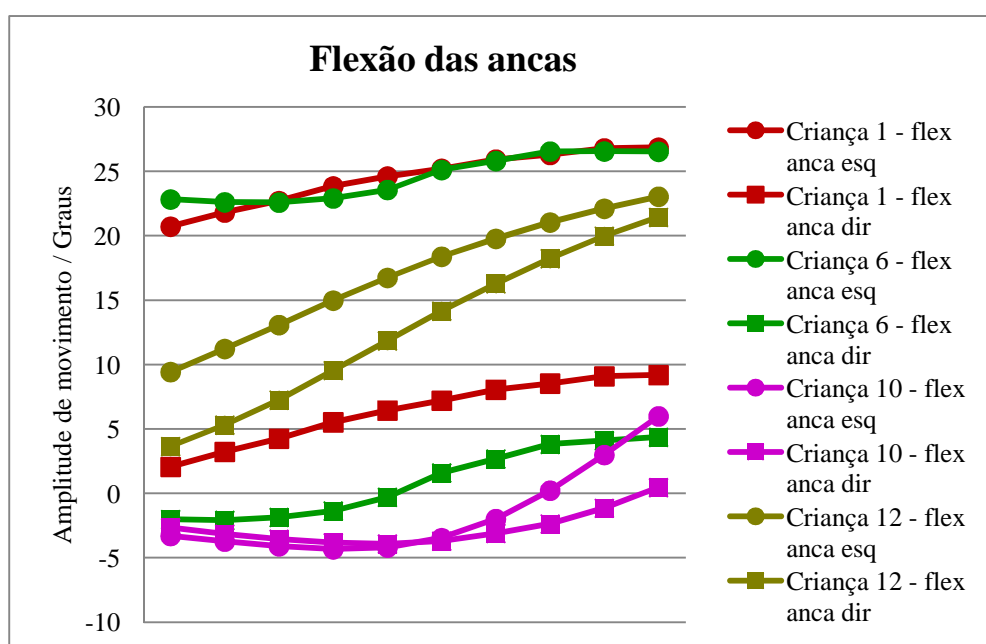


Figura 33: relação entre os valores da flexão das ancas nas crianças 1, 6, 10 e 12 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

No movimento dos joelhos, as amplitudes variaram entre 0 e 13 graus do joelho esquerdo e entre 0 e 8 graus do joelho direito. Pode-se então dizer que, nesta tarefa, houve um maior recrutamento deste segmento para receber a bola contrariamente ao que foi observado na receção com ressalto, como se verifica nas figuras seguintes (Figuras 34 e 35).

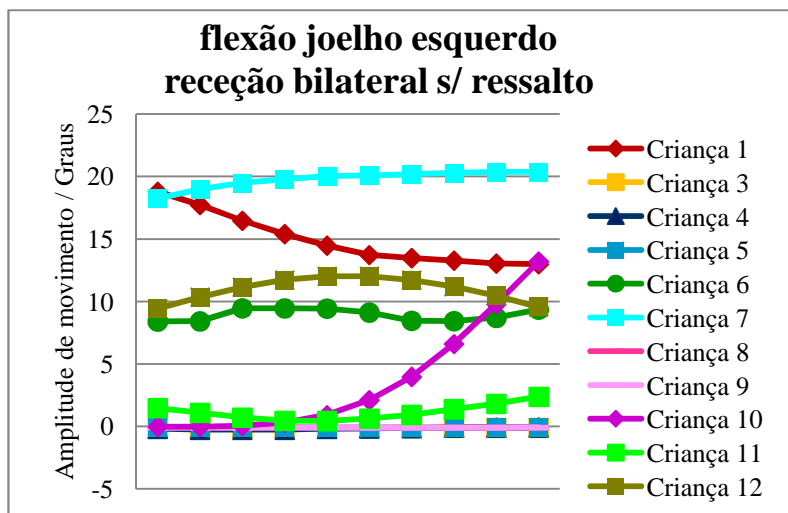


Figura 34: relação entre os valores de flexão do joelho esquerdo na recepção bilateral sem ressalto da bola no chão

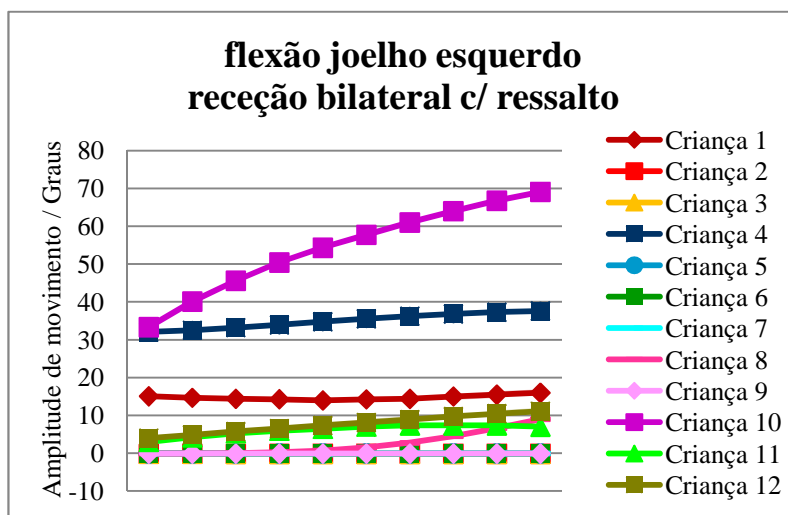


Figura 35: relação entre os valores de flexão do joelho esquerdo na recepção bilateral sem ressalto da bola no chão

A criança 3, nesta tarefa, recorreu principalmente aos movimentos antero-posteriores do tronco e pélvis e aos membros inferiores. Assim, pode-se constatar que, ao longo da sequência, enquanto a criança realizou um movimento de flexão dos cotovelos e ligeira extensão dos ombros, esta realizou um padrão de movimento combinado: ligeira extensão do tronco e consequentemente fez um movimento de anteversão da pélvis e flexão das ancas (Figura 36).

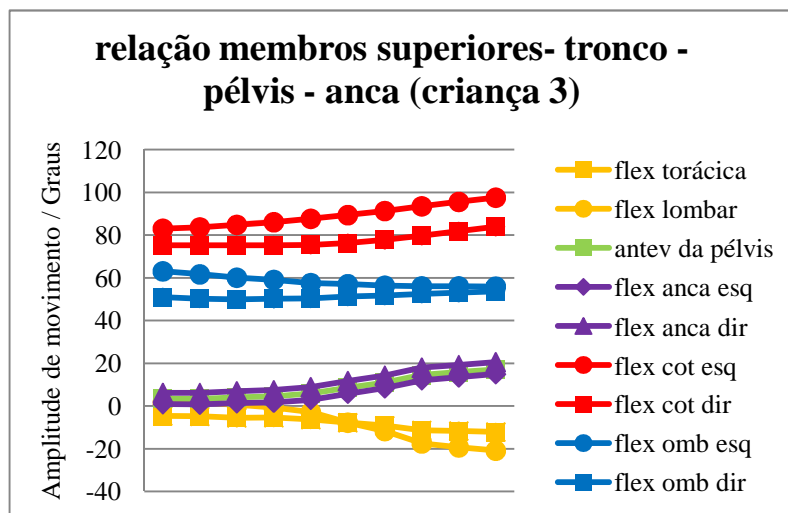


Figura 36: relação entre os valores de flexão dos membros superiores e do tronco, anteversão da pélvis e flexão das ancas da criança 3 na receção bilateral sem ressalto da bola no chão

Quanto à criança 10, nesta tarefa verificou-se que não necessitou de realizar muitos APA's, comparativamente à tarefa de receção bilateral com ressalto da bola no chão. Assim, após a comparação dos valores da receção bilateral sem ressalto com os valores da receção bilateral com ressalto da bola no chão, observou-se que a criança apresentou menos variações e menores amplitudes na primeira, o que pressupõe que esta teve mais dificuldade em ajustar-se e estabilizar o tronco e pélvis de forma adequada quando a bola ressaltava no chão (Figuras 37 e 38).

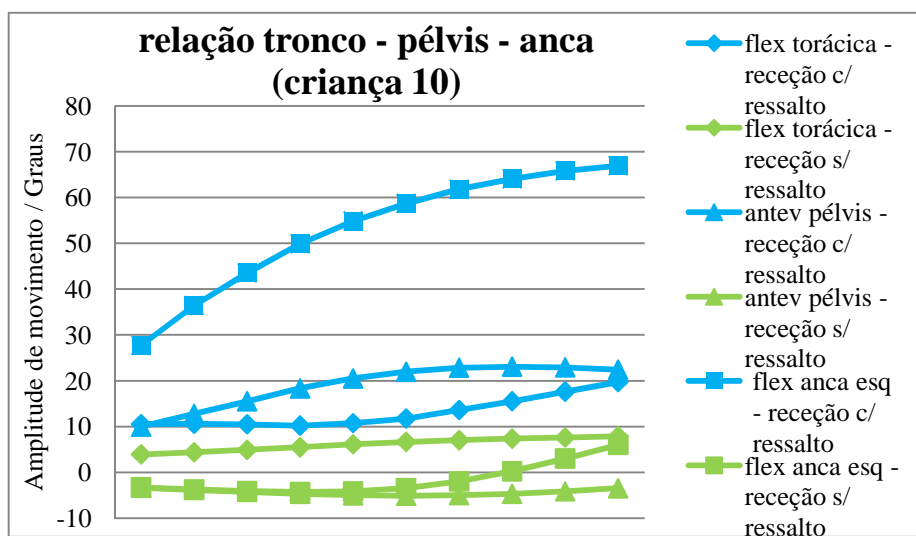


Figura 37: relação entre os valores de flexão do tronco, anteversão da pélvis e flexão da anca esquerda da criança 10 na receção bilateral com e sem ressalto da bola no chão

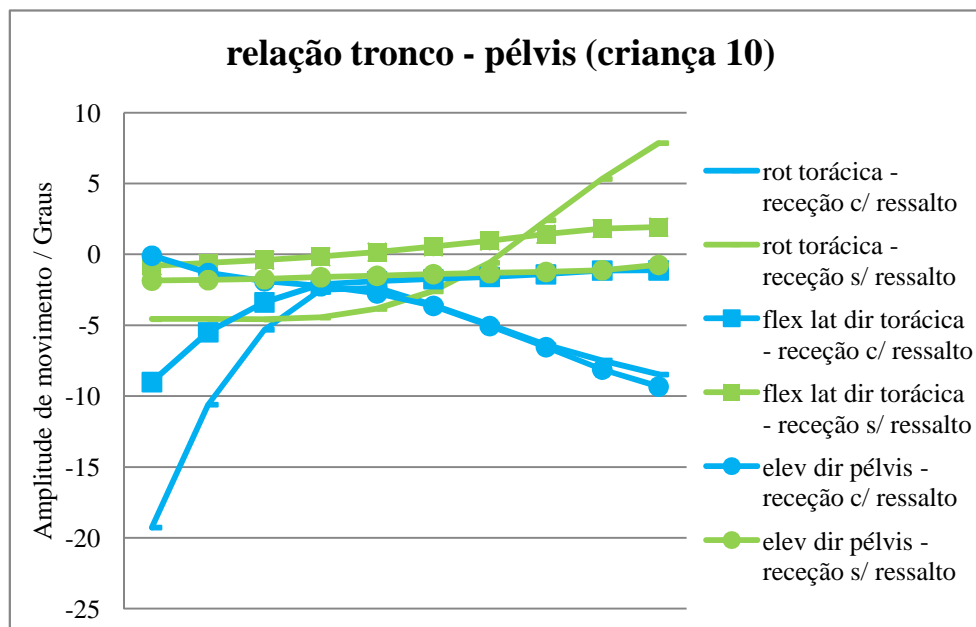


Figura 38: relação entre os valores de rotação, flexão lateral do tronco e elevação da pélvis da criança 10 na recepção bilateral com e sem ressalto da bola no chão

Nesta tarefa (recepção bilateral sem ressalto da bola no chão), como foi possível verificar ao longo da análise dos dados, existiram menos exceções em quase todos os segmentos. Isto poderá indicar que as crianças tiveram mais facilidade em receber a bola sem ressalto no chão do que com ressalto no chão, pois desta forma, conseguem preparar previamente o tronco e a pélvis e assim, prever adequadamente a trajetória da bola.

4. Recepção unilateral com mão preferencial sem ressalto da bola no chão

Na última tarefa, foi pedido às crianças que recebessem uma bola com a mão de preferência sem que esta ressaltasse no chão. Neste movimento, observaram-se principalmente padrões de movimentos antero-posteriores do tronco, pélvis e membros inferiores.

No que diz respeito aos membros superiores, os valores do ombro e do cotovelo mantiveram-se constantes no membro esquerdo, com variação entre 1 e 10 graus, com exceção das crianças 6 e 8 que têm preferência manual esquerda e por isso mesmo, realizaram amplitudes superiores no membro esquerdo. No membro direito, foram

observadas variações entre 4 e 23 graus e houve uma predominância do movimento de flexão tanto do ombro, quanto do cotovelo (como por exemplo, 2, 3, 5, 7, 9, 11 e 12) – figuras 39 e 40. O mesmo foi observado na tarefa de receção unilateral com ressalto da bola no chão.

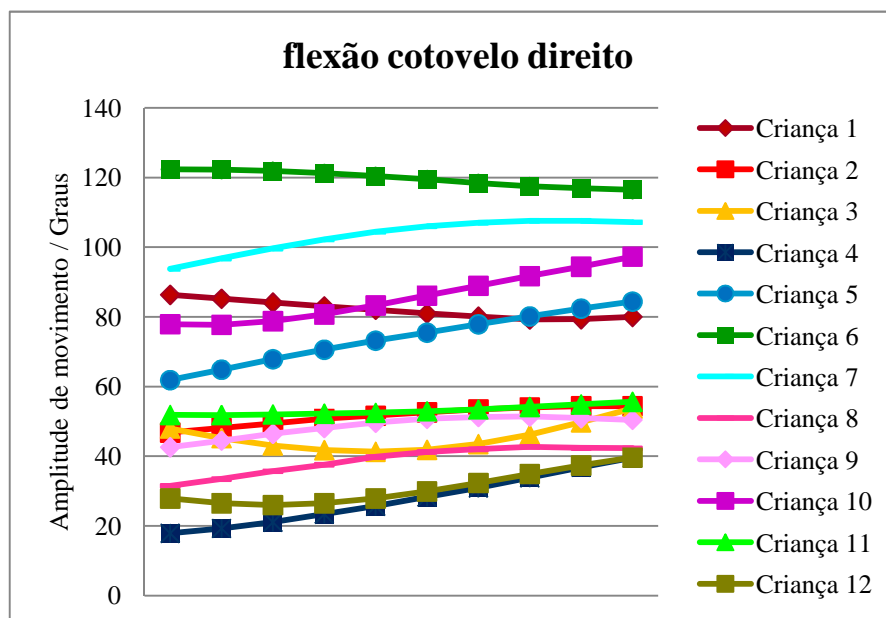


Figura 39: valores de flexão do cotovelo direito na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

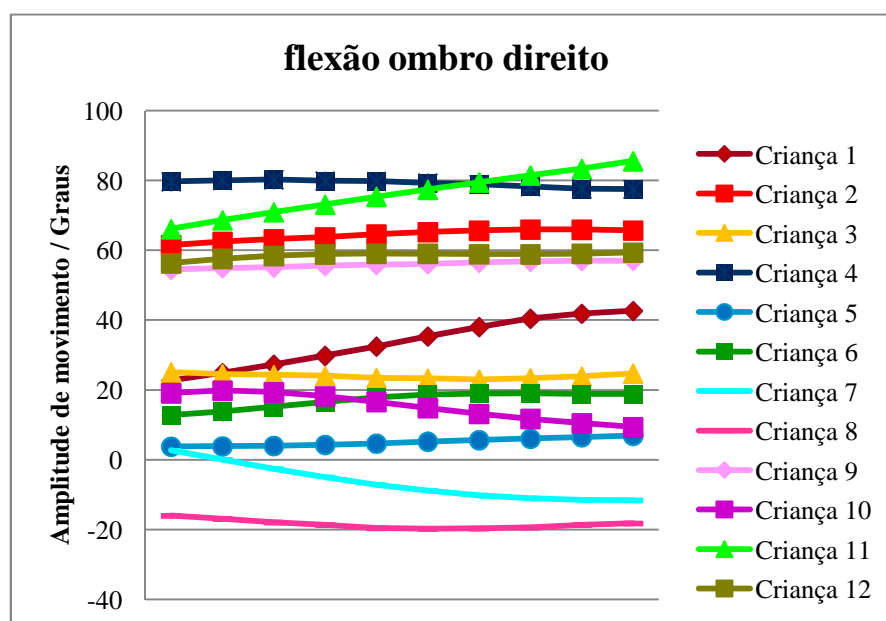


Figura 40: valores de flexão do cotovelo direito na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

Em relação aos movimentos do tronco, verificou-se que os valores variaram entre 0 e 5 graus no que se refere à flexão/extensão do tronco superior e entre 1 e 8 graus ao nível da inclinação lateral. Estes valores foram ligeiramente menores que na tarefa de receção unilateral com ressalto no chão e foram praticamente idênticos aos valores encontrados na receção bilateral sem ressalto no chão. Contudo, nos dois segmentos supracitados, a criança 3 foi uma exceção, pois apresentou um valor muito superior, de aproximadamente 15 graus de extensão torácica e 36 graus de flexão lateral esquerda, como se pode verificar nas Figuras 41 e 42. Tal como já foi referido anteriormente para esta criança, verificou-se uma necessidade de se ajustar à trajetória da bola numa fase tardia, necessitando de alterar o sentido do movimento a meio da sequência.

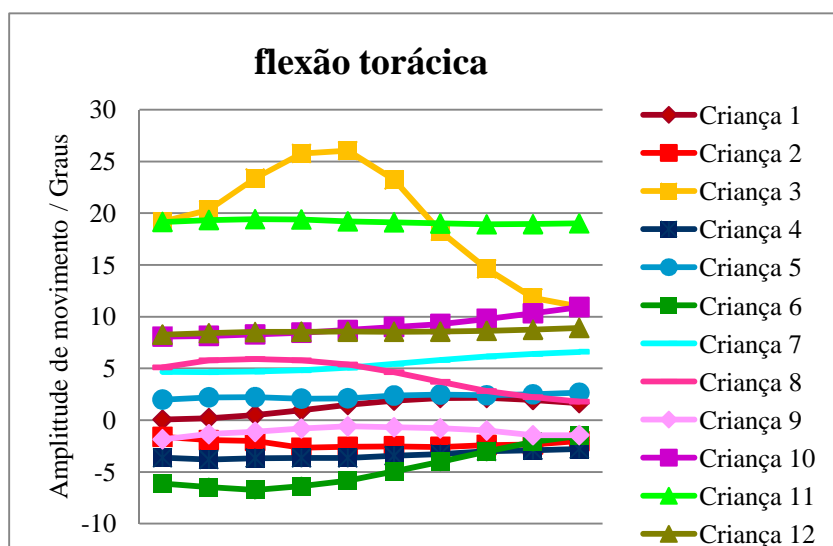


Figura 41: valores da flexão torácica na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

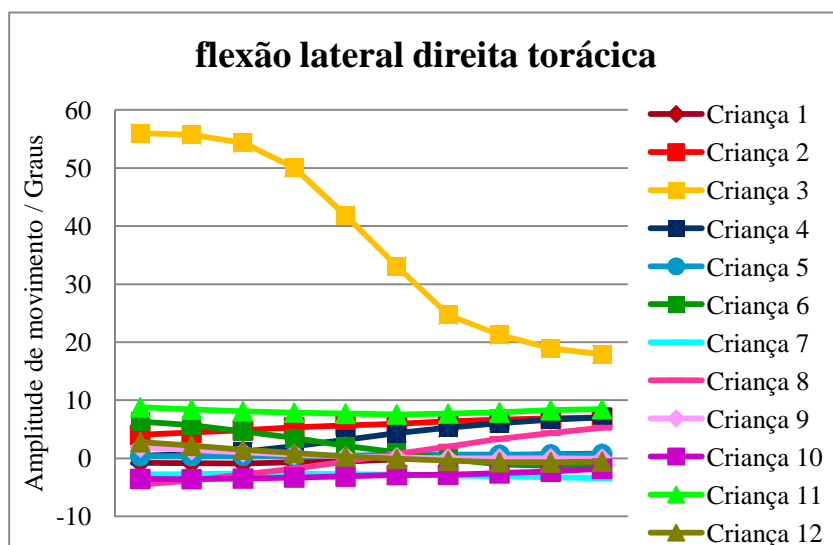


Figura 42: valores da flexão lateral torácica na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

Os movimentos de rotação do tronco não foram um padrão predominante, pois apenas foram realizadas ligeiras rotações tanto para a esquerda como para a direita, consoante a trajetória da bola, que variaram entre 0 e 10 graus. Novamente a exceção foi a criança 3, que apresentou uma rotação esquerda de aproximadamente 60 graus. É pertinente referir que a maioria das crianças se encontravam, no início da sequência, em rotação esquerda de aproximadamente 20 graus, enquanto que as crianças 8 e 11, apresentaram valores muito elevados no início da sequência (50 graus de rotação direita e 38 graus de rotação esquerda, respetivamente - Figura 43). Para além disso, constatou-se que a maioria das crianças fez rotação direita, o que significa que rodaram o corpo para o lado da receção da bola, contrariamente ao que aconteceu na receção unilateral com ressalto no chão.

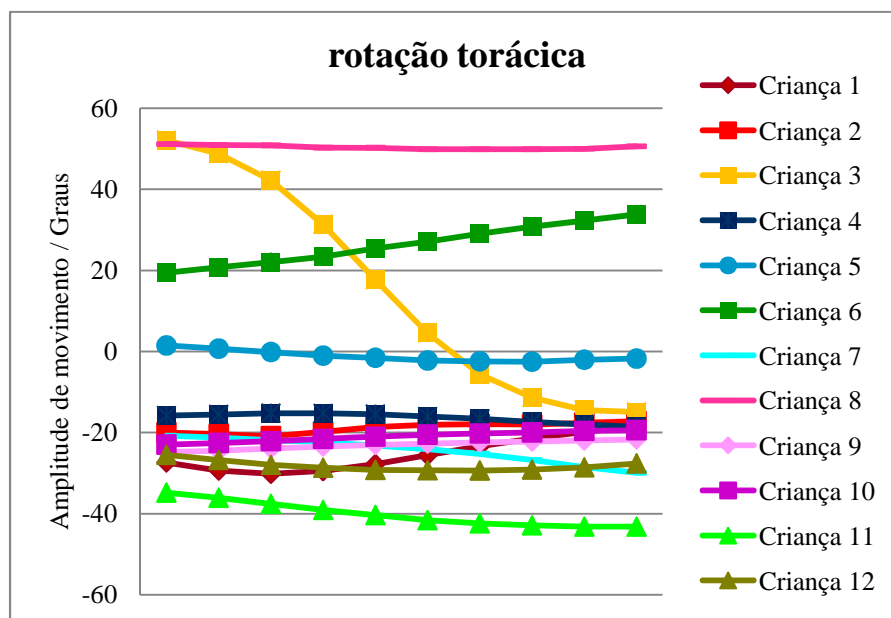


Figura 43: valores da rotação do tronco na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

No que diz respeito aos movimentos da pélvis, tal como em todas as outras tarefas realizadas, foi visível que a maioria das crianças realizou um ligeiro movimento de anteversão da pélvis, com variação entre 1 e 10 graus, com exceção da criança 3 que fez um movimento de anteversão de cerca de 70 graus. No gráfico seguinte, comparou-se dois padrões de movimento realizados por esta criança, na receção sem ressalto da bola no chão com uma e duas mãos:

- flexão-retroversão na receção unilateral
- extensão-anteversão na receção bilateral.

Observou-se que, apesar de se ajustar nas duas tentativas, teve mais dificuldade em prever a trajetória da bola na receção com uma mão, realizando, para isso, maiores amplitudes nos diferentes segmentos (Figura 44).

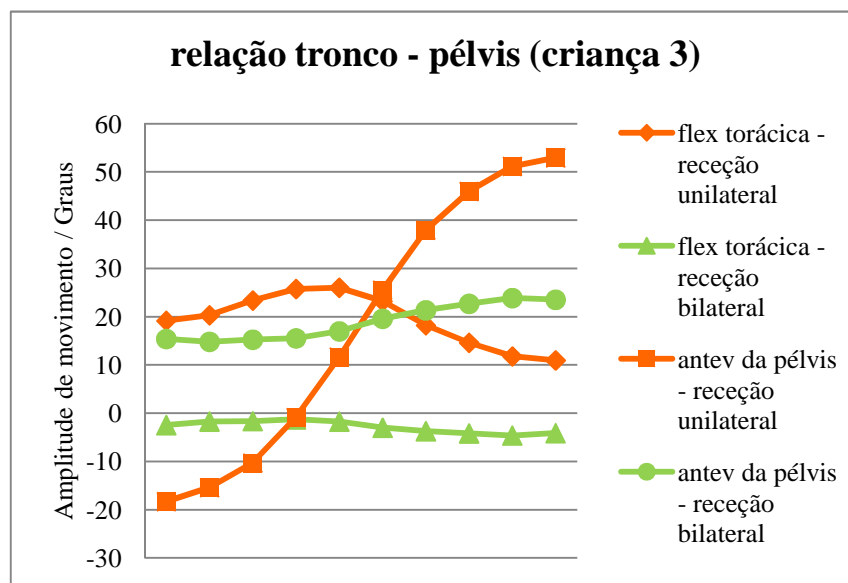


Figura 44: relação entre os valores de flexão torácica e anteversão da pélvis da criança 3 na receção unilateral e bilateral sem ressalto no chão

Relativamente aos membros inferiores, verificou-se que a maioria das crianças recorreu a estes segmentos para receber a bola com a mão preferencial, observando-se predominantemente um movimento de flexão das ancas, com variação de amplitudes entre os 3 e 17 graus da anca esquerda e os 0 e 12 graus da anca direita, com exceção da criança 3 que apresentou um valor muito superior de aproximadamente 60 graus na anca esquerda e 112 graus na anca direita. Para além disso, observou-se que tanto as raparigas como os rapazes iniciam as sequências com valores de flexão superior na anca direita (com exceção das crianças 6 e 8, onde acontece o contrário), o que significa que, há uma amplitude de flexão superior na anca do lado que vai receber a bola, como podemos observar nas Figuras 45 e 46.

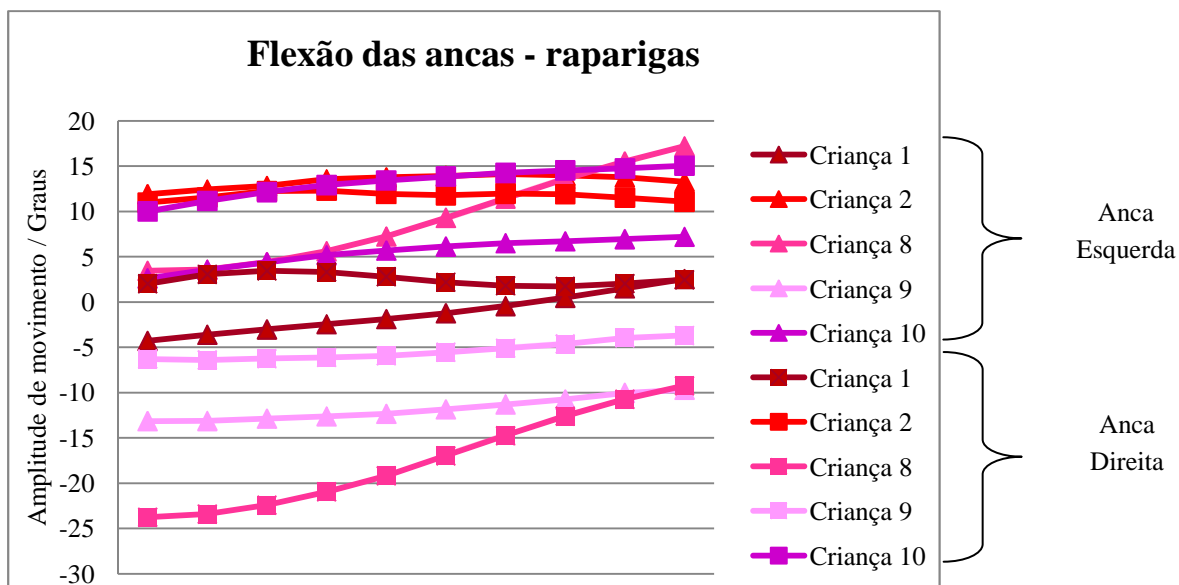


Figura 45: relação entre os valores de flexão das ancas na receção unilateral sem ressalto no chão nas crianças 1, 2, 8, 9 e 10 (raparigas)

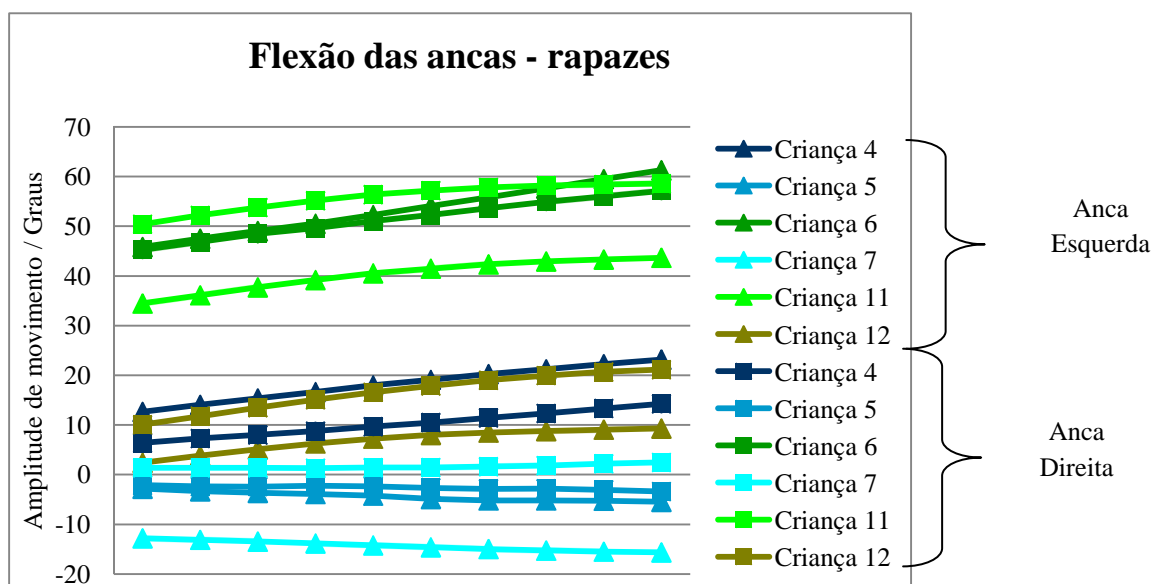


Figura 46: relação entre os valores de flexão das ancas na receção unilateral sem ressalto no chão nas crianças 4, 5, 6, 7, 11 e 12 (rapazes)

Para além disso, como é visível nas figuras anteriores, também se verificou que a maioria das raparigas realizou amplitudes com variação entre os 2 e os 7 graus, enquanto os rapazes tiveram amplitudes que variaram entre os 3 e os 12 graus. Assim, é visível um padrão relativamente ao sexo: a maioria dos rapazes faz mais flexão (apesar de ligeira) ao nível das ancas do que as raparigas.

Em relação aos movimentos dos joelhos, metade das crianças não recorreu a eles na receção da bola, tendo os valores variado entre 0 e 13 graus no joelho esquerdo e 0 e 15 graus no joelho direito, com exceção da criança 3 que realizou flexão deste com um valor aproximado de 37 graus.

Tal como observamos ao longo da análise desta tarefa, a criança 3 foi a criança que necessitou de efetuar mais APA's revelando, deste modo, uma pobre estabilidade do tronco, pélvis e membros inferiores. De seguida, apresentamos os gráficos com as diferenças de valores dos diferentes segmentos, entre a criança 3 (uma das meninas mais nova da amostra) e a criança 1 (a rapariga mais velha da amostra) (Figuras 47, 48 e 49).

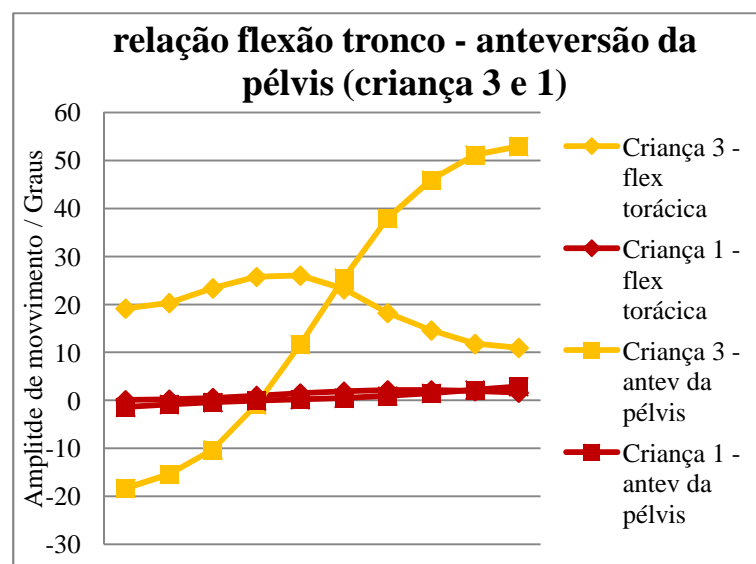


Figura 47: relação entre os valores de flexão do tronco superior e anteversão da pélvis das crianças 3 e 1 na receção unilateral sem ressalto da bola no chão

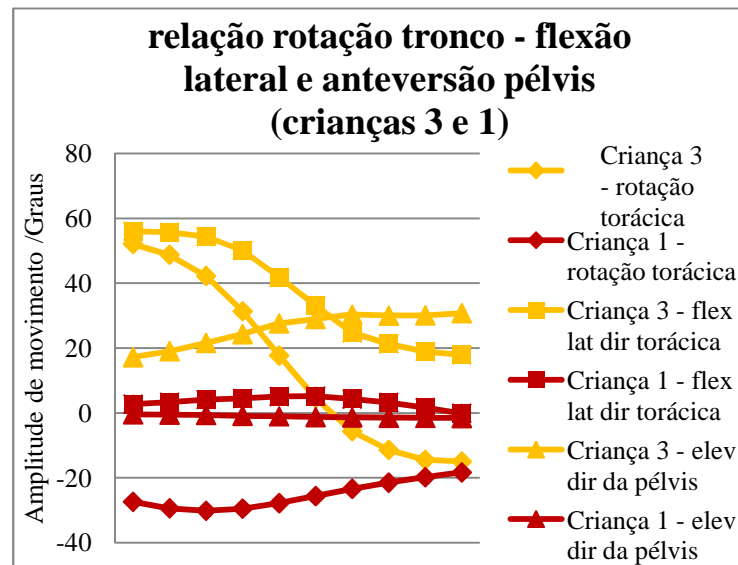


Figura 48: relação entre os valores de rotação, flexão lateral torácica e elevação lateral da pélvis das crianças 3 e 1 na receção unilateral sem ressaltado da bola no chão

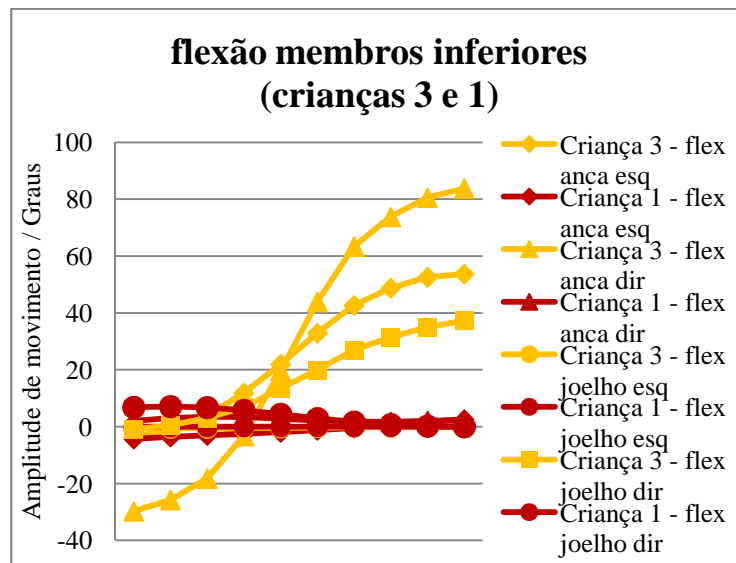


Figura 49: relação entre os valores de flexão das ancas e joelhos das crianças 3 e 1 na tarefa de receção unilateral sem ressaltado da bola no chão

Deste modo, pode-se concluir que, esta tarefa foi a mais difícil de efetuar pela maioria das crianças, pois estas recorreram a maiores amplitudes e a todos os segmentos, principalmente dos membros inferiores. Mais uma vez, foi visível que as maioria das raparigas e as crianças mais novas apresentaram menor estabilidade do tronco e pélvis que os rapazes e do que as crianças mais velhas.

Assim sendo, de uma forma global, podemos concluir que as crianças mais novas e principalmente as raparigas, apresentam uma menor estabilidade do tronco e pélvis ou, menor capacidade de prever a trajetória da bola. Mais se acrescenta que as tarefas de receção unilateral foram as mais difíceis de efetuar pela maioria das crianças, observando-se, na globalidade, uma maior utilização de todos os segmentos e a necessidade de recorrerem a maiores amplitudes, principalmente dos membros inferiores.

De seguida, e após a análise dos dados obtidos, proceder-se-á à comparação destes com os dados obtidos na literatura.

CAPÍTULO IV

Discussão

Com a elaboração deste estudo, propôs-se analisar os ajustes posturais antecipatórios que ocorrem durante o desempenho de uma tarefa motora fundamental (apanhar), em crianças entre os nove e os dez anos de idade, residentes no Porto e que apresentem um desenvolvimento normal, com recurso ao sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage* ®. Além disso, pretendeu-se também perceber de que forma o sistema *BioStage* ® pode ser uma ferramenta importante na prática clínica da terapia ocupacional.

Assim, a primeira questão de investigação pretendia saber se as crianças com nove e dez anos de idade apresentavam um padrão de ativação do tronco e membros inferiores nos momentos que antecediam os movimentos rápidos dos membros superiores (receber uma bola atirada). No entanto, e até onde os autores têm conhecimento, este é um tema ainda pouco explorado na literatura, com uma grande escassez de trabalhos sobre os ajustes posturais antecipatórios em crianças. Na sua grande maioria, os estudos encontrados são experimentais e focam-se quase em exclusivo nos resultados da eletromiografia (EMG), sendo difícil encontrar investigação sobre padrões de movimento na receção de uma bola, quer bilateral quer unilateralmente, em crianças. Por este motivo, comparou-se e relacionou-se os dados provenientes dos estudos eletromiográficos com os dados obtidos neste estudo – informações sobre as amplitudes de movimento em diversos segmentos (membros superiores, tronco, pélvis e membros inferiores) no decorrer de algumas tarefas do subteste 5 do *BOTMP* (receção de forma bi e unilateral com e sem ressalto da bola no chão).

Neste estudo, verificou-se que, na receção bilateral com ressalto da bola no chão, a maioria das crianças utilizou um movimento de flexão dos ombros, no entanto, o movimento de tronco não segue um padrão único, ao contrário do que sucede nos estudos de Sekaran, Reid, Chin, Ndiaye, & Licari (2011) e Shiratori & Latash (2000). De acordo com a literatura, é esperado que o sujeito realize uma extensão torácica durante a captura para facilitar a manutenção da estabilidade em resposta à elevação dos membros superiores (flexão dos ombros) (Sekaran, et al., 2011). O mesmo não foi possível verificar no presente estudo, pois não se encontrou um padrão a este nível, uma vez que as crianças realizaram amplitudes mínimas, possivelmente por esta ser uma tarefa com pouca exigência de precisão e por ser realizada com as duas mãos. Shiratori & Latash (2000) desenvolveram

um estudo para a análise da ativação dos músculos do tronco e membros superiores em 8 indivíduos adultos, onde foi pedido que realizassem movimentos rápidos de extensão e flexão do ombro, na posição de pé. Os resultados mostraram que, antes do movimento de flexão bilateral do ombro, há uma ativação elétrica no músculo eretor da espinha (extensor do tronco) e no bicípite femoral (extensor da anca). Desta forma, pode-se concluir que, à partida, quando há um movimento de flexão dos ombros, terá existido uma extensão do tronco e das ancas. Isto sugere que, quando existe uma flexão dos ombros, ocorre um movimento de extensão do tronco, extensão da anca, e consequentemente ocorre um movimento de anteversão da pélvis. No nosso trabalho de investigação, tal não se verificou, provavelmente devido à tarefa e idade dos participantes serem diferentes das do estudo em causa, sendo apenas comum a componente de flexão dos membros superiores e uma ligeira anteversão da pélvis (ao nível do tronco e anca as alterações nas amplitudes de movimento foram mínimas, não sendo possível observar um padrão nestes segmentos).

Observou-se também ao longo da análise de dados que não foi possível verificar um padrão global de movimento entre o tronco e a pélvis, uma vez que os movimentos antero-posteriores do tronco se mantiveram estáveis e com alterações mínimas, tal como já referimos anteriormente. Isto deveu-se, possivelmente, ao facto das tarefas realizadas pelas crianças deste estudo serem menos exigentes que as dos estudos anteriormente citados e por este motivo, as amplitudes de movimentos requeridas serem inferiores.

Um outro assunto abordado pela maioria dos estudos, tem a ver com o centro de gravidade. Normalmente, quando há uma flexão dos ombros, o centro de gravidade desloca-se para a frente (Berg & Strang, 2012; Hay & Redon, 2001; Commissaris & Toussaint, 1997). No presente estudo, não foi possível comprovar o mesmo, no entanto, verificou-se que os movimentos realizados pela maioria das crianças apresentavam ligeiras amplitudes, ficando a dúvida do quanto isso provocou alterações significativas no centro de gravidade.

Por outro lado, na receção bilateral sem ressalto da bola no chão, observou-se predominantemente o padrão de extensão do ombro-flexão do cotovelo-anteversão da pélvis-flexão das ancas, porém, na maioria das crianças, o tronco não seguiu um padrão único, ao contrário do que foi referido nos estudos de Shiratori & Latash (2000) e Girolami, et al. (2010). Note-se que, no estudo de Shiratori & Latash (2000) no início da extensão do ombro, houve uma ativação do reto abdominal (flexor do tronco) e do reto

femoral (flexor da anca), seguindo-se por uma ativação do eretor da espinha (extensor do tronco) e do bicípite femoral (extensor da anca). Deste estudo, pode-se supor que, quando os participantes realizavam a extensão do ombro, ocorria uma ativação dos músculos da parte anterior do tronco, responsáveis pela flexão do mesmo. Em conjunto, ocorria também uma flexão da anca e, consequentemente, um movimento de retroversão da pélvis. Depois, numa segunda fase, ocorria uma extensão do tronco e da anca, resultando num movimento de anteversão. Este estudo não vai de encontro ao que foi observado neste trabalho, uma vez que, quando as crianças realizaram extensão dos ombros, fizeram um movimento ligeiro de flexão das ancas e anteversão. Um outro estudo relacionado chegou às mesmas conclusões mas foi realizado com crianças. Neste estudo foi pedido a 10 crianças saudáveis (entre os 7 e os 16,5 anos de idade) que realizassem extensão e flexão dos ombros enquanto seguravam um pequeno tubo de plástico nas mãos, tanto uni com bilateralmente (Girolami, et al., 2010). O estudo verificou que quando ocorre a extensão bilateral do ombro, é recrutada atividade nos grupos musculares ventrais (que realizam flexão do tronco) e existe supressão nos músculos dorsais (extensão do tronco). Sendo assim, pode-se supor que neste estudo, quando as crianças realizaram um movimento de extensão do ombro, ocorreu um movimento de flexão do tronco. Em relação ao nosso estudo, não são observadas semelhanças com estes dois trabalhos supracitados. Tal como já foi suposto, deve-se, à partida, às amplitudes de movimento mínimas nos segmentos efetuadas pelas crianças da amostra deste estudo que faz com que haja uma maior estabilidade do corpo e não seja necessário a utilização dos diferentes segmentos.

No presente estudo de investigação, também foi possível observar que há predominância nos movimentos do tronco em relação aos membros inferiores antes da recepção da bola. Sendo assim, pode-se hipotetizar que são os músculos do tronco que são recrutados numa primeira fase, como resultado dos movimentos dos membros superiores. Estes resultados apontam no mesmo sentido que o estudo desenvolvido por Shiratori & Latash (2000). Neste estudo, os autores referiram que os músculos proximais do tronco fornecem um padrão geral para neutralizar perturbações esperadas no direção anterior-posterior (flexão/extensão bilateral do ombro), sendo que os músculos distais, como o tibial anterior (flexão dorsal e inversão do pé) e o solear (flexor plantar) mostram pouco envolvimento.

Foi também possível observar no nosso estudo, ao nível das receções bilaterais, que as crianças utilizaram predominantemente o movimento de flexão do cotovelo (na tarefa sem ressalto da bola no chão) em conjunto com um movimento de flexão das ancas apontando no mesmo sentido do estudo de Friedli, Cohen, Hallett, Stanhope, & Simon (1988). Contudo, ao nível do tronco, não foi encontrado, tal como já referimos, um padrão de movimento único, contrariamente a este estudo.

Pode-se também supor que, quando há um movimento rápido de flexão dos cotovelos, os músculos das pernas e tronco são primeiramente ativados que os músculos do membro superior, de forma a se ajustarem e prepararem o corpo para uma situação que pode ser destabilizadora, como apanhar uma bola. No estudo de Friedli, et al. (1988) os autores analisaram se os músculos das pernas e do tronco são ativados em associação com movimentos rápidos dos membros superiores, em indivíduos normais entre os 25 e 65 anos de idade, que implicava a realização de movimentos rápidos de flexão e extensão do cotovelo de forma bilateral e simétrica (com uma barra), na posição de pé. Os mesmos autores referiram que, quando há um movimento de flexão do cotovelo, antes de haver atividade nos músculos do membro superior, há atividade nos eretores da espinha (extensor do tronco), reto abdominal (flexor do tronco), quadricípites femoral (flexor da anca e extensor do joelho), isquiotibiais (extensor da anca, flexor do joelho), tibial anterior (flexor dorsal e inversor do pé) e gastrocnémio (flexor do joelho e flexor plantar), numa ordem distal para proximal de ativação. De ressaltar que, apesar dos participantes deste estudo e da tarefa exigida ser diferente das que foram pedidas no nosso estudo, o movimento realizado é o mesmo, permitindo avançar que estes resultados vão de encontro aos deste trabalho de investigação.

Ao nível dos movimentos unilaterais, observou-se que houve um padrão combinado de movimento entre membros superiores e tronco: flexão do ombro – flexão do cotovelo – extensão do tronco. Verificou-se também uma predominância e um aumento das amplitudes de movimento na flexão lateral para o mesmo lado (direito) (com ressalto da bola no chão) e do movimento de flexão das ancas, comparativamente com os movimentos bilaterais. Estes resultados devem-se, possivelmente, ao facto do movimento ocorrer só num dos lados do corpo que exige maior precisão e ajustes por parte das crianças, havendo uma maior necessidade de recorrer aos movimentos dos membros inferiores. Na literatura,

e até onde os autores têm conhecimento, não existem estudos semelhantes que permitam comparar com os resultados obtidos neste estudo.

Para finalizar, pode-se concluir, que apenas foi possível obter um padrão de ativação do tronco e membros inferiores ao nível das receções unilaterais, contudo, não foram encontrados estudos semelhantes que comprovem os resultados obtidos neste estudo. Ao nível das receções bilaterais, não foi observado um padrão de ativação do tronco e membros inferiores nos momentos que antecediam os movimentos dos membros superiores, uma vez que não houve um padrão de movimento único para o movimento do tronco, possivelmente devido ao baixo número de elementos da amostra.

A segunda questão de investigação pretendia verificar se era possível encontrar um padrão de movimento para a manutenção do equilíbrio nas crianças da nossa amostra, durante as tarefas de receção da bola e, a existirem, se os padrões de ajustamento postural variavam em função da tarefa ser bilateral ou unilateral. Neste estudo, parece que existiram duas estratégias utilizadas em resposta à receção da bola: a estratégia da anca e a estratégia da tibio-társica, tal como foi observado num estudo desenvolvido por Nashner (1982).

A estratégia da anca consiste na ativação precoce da musculatura proximal do tronco e anca (Horak, 2006), sendo utilizada quando a base de apoio se torna menor e mais instável (Horak, 2006; O'Brien & Williams, 2010). Esta estratégia, pode supor-se, foi visível principalmente em crianças que revelaram amplitudes mais elevadas (as crianças mais novas, como por exemplo, as crianças 3 e 10), estando de acordo com o que referem O'Brien & Williams (2010). Segundo estes autores, esta estratégia acontece quando existe uma perturbação rápida ou grande da estabilidade do corpo. Uma vez que as crianças realizaram movimentos amplos e rápidos para receber a bola, podemos supor que o corpo foi sujeito a uma situação de maior instabilidade, podendo justificar a utilização desta estratégia. O tipo de tarefa também pode ter proporcionado a utilização da estratégia da anca, principalmente devido ao tipo de movimentos exigidos. Como vimos anteriormente, na receção unilateral ocorreu uma maior variação de amplitudes. Essa variação elevada pode ter resultado da dificuldade acrescida que as crianças apresentaram para receber a bola com uma mão, uma vez que exige um movimento mais preciso.

Para além disso, esta estratégia envolve, segundo Horak & Nashner (1986) a contração sequencial dos músculos numa ordem proximal-distal. Sendo assim, quando as pessoas utilizam esta estratégia são os músculos proximais que são ativados antes dos músculos distais para controlar o equilíbrio. Apesar deste estudo analisar 10 adultos saudáveis entre os 20 e 40 anos em superfícies de apoio com diferentes larguras (quer a idade quer a tarefa são diferentes), pode-se supor que, provavelmente, as crianças do nosso estudo que realizaram esta estratégia também recrutaram os músculos pela mesma ordem.

Por outro lado, a estratégia tibio-társica é normalmente utilizado para neutralizar pequenas perturbações antero-posteriores e envolve o movimento do corpo sobre o eixo da tibio-társica como um pêndulo invertido com movimentos mínimos das ancas e joelhos e é utilizada para manutenção do equilíbrio perante pequenas oscilações (Horak, 2006). Neste trabalho, foi possível observar ao longo da análise dos dados, que a maioria das crianças recorreu a movimentos de pequenas amplitudes nos membros inferiores, nas ancas e joelhos (principalmente nas receções bilaterais). Estas ligeiras amplitudes parecem estar relacionadas com a estratégia da tibio-társica, indo de encontro ao que foi afirmado por Massion (1992). Este autor referiu que há movimentos mínimos das ancas e joelhos quando ocorre este tipo de estratégia. Por este motivo, podemos supor que esta estratégia foi recorrentemente utilizada, principalmente pelas crianças mais velhas do estudo, em todas as tarefas realizadas.

Segundo alguns estudos, a maioria dos indivíduos utilizam a combinação da estratégia da anca e da tibio-társica para manter o equilíbrio em pé (Shumway-Cook & Woollacott (2007). A utilização de uma ou outra estratégia ou a combinação das duas, deve-se, possivelmente, à tarefa exigida. No estudo desenvolvido por Horak & Nashner (1986), os indivíduos adultos tinham que permanecer em cima de uma superfície de apoio com diferentes larguras, sem realizarem qualquer movimento. O estudo revelou que houve combinação destas estratégias. No presente estudo, apesar de não termos dados que comprovem esta afirmação e as crianças do nosso estudo não estarem sujeitas a superfícies de apoio de diferentes larguras, realizaram movimentos dos membros superiores, do tronco, da pélvis e dos membros inferiores, movimentos que potenciam uma situação destabilizadora podendo ter havido a necessidade de recorrer à utilização combinada destas duas estratégias.

Ressalva-se também que nenhuma criança, em nenhum dos itens, utilizou a estratégia do passo para receber a bola, ou seja, o centro de massa não passou para além da base de apoio (O'Brien & Williams, 2010).

Por outro lado, não se verificou no nosso estudo, que os padrões variassem em função da utilização de um ou dos dois membros superiores. Ao nível do tronco, observaram-se ligeiras alterações ao nível da receção unilateral, sendo que, quando foi pedido que recebessem a bola com ressalte no chão, a maioria das crianças realizou um movimento de rotação do tronco para o lado oposto ao que recebia a bola. Pelo contrário, quando foi pedido que a recebessem sem ressalto, a maioria das crianças efetuou uma rotação para o lado da receção da bola. Em relação a este tema, não há, até onde os autores têm conhecimento, estudos que se debrucem sobre o mesmo.

Em relação a esta questão, conclui-se que não foi possível encontrar um único padrão de movimento para a manutenção do equilíbrio nas crianças da nossa amostra, mas pode-se supor que, face ao exposto anteriormente, a maioria das crianças utilizaram a estratégia da anca e do tornozelo para manter o equilíbrio.

A terceira questão de investigação pretendia saber se existem diferenças nos padrões de ajustamento postural entre rapazes e raparigas e entre crianças mais novas e mais velhas da amostra. De acordo com os dados recolhidos, observou-se que há uma menor capacidade de prever com exatidão a trajetória da bola por parte das raparigas, visível através da necessidade destas corrigirem a postura a meio da sequência, resultando um padrão de movimento muito instável. Estes dados podem sugerir que as meninas apresentam menos estabilidade de tronco e pélvis. Esta conclusão vai de encontro ao estudo desenvolvido por Isaacs (1980) que observou 80 crianças entre os 7 e 8 anos de idade e verificou que os rapazes tiveram resultados significativamente superiores às raparigas, na tarefa de captura de uma bola. Por este motivo, visto que as crianças deste estudo apresentaram idades aproximadas e realizaram a mesma tarefa, pode-se supor que os rapazes têm mais facilidade na captura, prevendo com mais exatidão a trajetória da bola. Além disso, verificou-se um padrão relativo ao sexo na receção unilateral sem ressalto da bola no chão - a maioria dos rapazes fazia mais flexão ao nível das ancas do que as raparigas. Até ao momento, de acordo com a pesquisa efetuada pelos autores, não há

estudos que se debrucem sobre o mesmo, ou seja, que comparem os padrões de ajustamento postural entre géneros, pelo que não é possível tirar conclusões acerca do achado.

Em relação à idade, neste estudo observou-se que as crianças mais novas da amostra revelaram maiores dificuldades em se ajustar e em prever a trajetória da bola, sugerindo, desta forma, que as respostas posturais que são feitas em antecipação aos movimentos, parecem melhorar e tornar-se mais eficientes com a idade. Isto vai de encontro ao que é referido por Haywood & Getchell (2005), que revelam que quanto mais velhas são as crianças, melhor é a capacidade de antecipação, especialmente quando o tempo de visualização (trajetória da bola) é curto. O facto das crianças mais novas demonstrarem mais dificuldades em ajustar-se pode hipotetizar-se, que se deve ao pobre processamento de informações somatossensoriais. De acordo com um estudo desenvolvido por Sparto, et al. (2006), em que foram utilizadas 90 crianças saudáveis entre os 7 e 12 anos de idade e 20 adultos saudáveis entre os 21 e 30 anos de idade, os autores concluíram que as crianças não são capazes de utilizar a informação sensorial da mesma forma que os adultos. Contudo, pode-se supor que, provavelmente, as informações somatossensoriais evoluem com a idade porque se tornam mais importantes que a informação visual a partir dos 7 anos de idade no controlo do equilíbrio, tal com revelam Bradley & Westcott (2006). Parece, então, que as crianças mais novas têm um processamento de informações somatossensoriais menos evoluído, e, conseqüentemente, os ajustes posturais serão menos eficazes.

Neste estudo, como foi possível observar nas figuras apresentadas na descrição dos dados, as crianças mais novas aparentam ter previsto a trajetória da bola numa fase mais tardia que as restantes crianças. Assim, a ser verdade, pode-se supor que as crianças mais novas reagem mais lentamente ao lançamento da bola, ou seja, a velocidade de processamento é, à partida, mais baixa quanto menor for a idade. O mesmo foi referido no estudo de Kiselev, Espy, & Sheffield (2009), que contou com 166 crianças russas entre os 4 e os 6 anos de idade e 35 adultos. Este estudo verificou que há evidências claras relativas à idade na velocidade de processamento, não só entre crianças e adultos, mas também entre as crianças mais jovens. Sendo assim, pode-se pressupor que as crianças mais novas do nosso estudo demonstraram um tempo de reação e velocidade de processamento menor que as crianças mais velhas.

Em relação a estes dados, existem alguns fatores que podem ter influenciado estes resultados. A direção imprevisível da bola lançada pelo avaliador pode ter prejudicado e influenciado os APA's realizados, principalmente nas crianças mais novas, que são aquelas que apresentaram menor estabilidade do tronco e pélvis. A velocidade com que a bola foi lançada também pode ter influenciado. Se a bola foi lançada com maior velocidade, pode supor-se que as crianças tiveram um tempo de reação menor para se ajustarem. Assim, possivelmente, as crianças mais novas responderam a um estímulo rápido de forma mais lenta, tal como foi observado num estudo desenvolvido por Benguigui, Broderick, Baurès, & Amorim (2008). Estes autores examinaram o efeito da velocidade em crianças (entre os 6 e 10,5 anos) e adultos e concluíram que as crianças demonstram respostas mais tardias quando a velocidade da bola é superior. Além disso, a velocidade da bola poderá ter influenciado a precisão das crianças e consequentemente os ajustes posturais. Um estudo desenvolvido por Bard, Fleury, Carriere, & Bellec (1981) verificou que todas as crianças são mais precisas quando a tarefa exige uma resposta simples.

Desta forma, pode-se concluir que a importância da direção e velocidade depende quer da idade quer da experiência, tal como referiram Weeks, Chua, & Elliott (2000). Em relação à experiência, tal como já se observou, as meninas apresentaram menor estabilidade do tronco e pélvis. Este facto pode estar relacionado com a prática desportiva, pois, como foi possível ver anteriormente, a maioria das raparigas pratica dança ou natação e nenhuma pratica um desporto coletivo que envolva a receção de uma bola. Contudo, também se observou que todas as crianças que participaram neste estudo praticam um desporto individual. No entanto, é sabido que há uma maior predisposição dos rapazes praticarem desportos e brincadeiras que incluam tarefas semelhantes às observadas neste estudo. O estudo desenvolvido por Kuhlman & Beitel (1989) em 42 crianças entre os 4 e 9 anos de idade abordou que a experiência em desportos parece ser um fator mais crítico do que o sexo para explicar as diferenças nas tarefas de antecipação. Assim, pode-se supor que, por as raparigas não praticarem desporto de forma assídua, podem apresentar menor estabilidade do tronco e pélvis.

Para concluir, pode-se referir que, apesar da diferença de idades não ser significativa uma vez que a diferença entre as crianças é uma questão de meses, observa-se que parece haver uma capacidade de ajustar-se e prever a trajetória da bola nas crianças com idades superiores, visível através da forma como os dados estão apresentados nos

gráficos, observando-se uma sequência linear, sem variações significativas de amplitudes de movimento. Num estudo desenvolvido por Hay & Redon (2001), foi pedido a 37 crianças entre os 3 e os 10 anos de idade que levantassem os membros superiores o mais rápido possível para a horizontal com uma carga de 5% do corpo ou sem carga. Os resultados deste estudo revelaram que as respostas posturais antecipatórias se tornam cada vez mais rápidas e consistentes consoante a idade aumenta. Apesar das tarefas do estudo serem diferentes das que se analisou no nosso trabalho de investigação, a componente do movimento rápido é comum, pelo que permite avançar que estes resultados vão de encontro aos do nosso estudo. Sendo assim, pode-se supor que, quanto mais velha for a criança, melhores e mais rápidos serão os ajustes posturais antecipatórios.

Além disso, verificou-se que as crianças mais novas foram aquelas que necessitaram de recorrer a amplitudes de movimento superiores (por exemplo, as crianças 3 e 10). Como as amplitudes de movimento foram superiores, pode supor-se que, possivelmente, devido à pobre estabilidade do tronco e pélvis, ocorreu um maior deslocamento do centro de gravidade nas crianças mais novas. Isto vai de encontro ao que referem os autores Hay & Redon (2001) que revelam que a amplitude dos deslocamentos do centro de gravidade diminui com o aumento da idade. Pode-se também supor que, quando há uma boa estabilidade do tronco e pélvis, as amplitudes de movimento serão menores e as deslocações do centro de gravidade também diminuem. Provavelmente, foi isto que aconteceu na nossa amostra de estudo.

Assim, pode-se concluir que se respondeu de forma clara à questão, sendo visíveis diferenças no padrões de ajustamento postural entre rapazes e raparigas e entre crianças mais novas e mais velhas. Assim, verificou-se que as raparigas e as crianças mais novas têm mais dificuldade em prever a trajectória da bola e têm menor estabilidade do tronco e pélvis.

Por último, a quarta questão pretendia saber se o *BioStage* ® é útil, prático e uma mais-valia para a prática da terapia ocupacional e, se sim, se contribui para uma evolução nesta profissão. Tal como já foi referido, o *BioStage* ® é um sistema avançado e tem demonstrado inúmeras aplicações em diferentes áreas, principalmente no desporto, ortopedia e na reabilitação, mais precisamente na fisioterapia (Organic Motion, 2010).

Através do presente estudo, podemos comprovar a importância que este sistema também possui para a terapia ocupacional.

No nosso estudo, foi possível avaliar a adequação deste sistema ao nível da análise cinemática. Como se verificou através da pesquisa bibliográfica efetuada, os estudos focam-se essencialmente nos resultados eletromiográficos, sendo escassos os que abordam esta análise. Por este motivo, este estudo contribui para o desenvolvimento da investigação científica acerca da cinemática envolvida em tarefas motoras fundamentais como o apanhar. Para além disso, este estudo poderá também ser uma referência para estudos futuros, uma vez que, o facto de termos recorrido a crianças com desenvolvimento normal contribuiu para a identificação de padrões que poderão ser comparados posteriormente em crianças com patologias.

Como já foi referido anteriormente, este sistema tem demonstrado mais interesse e tem sido mais utilizado na área do desporto (Organic Motion, 2010), e isso vem mostrar a novidade que este tema tem na nossa área. O *BioStage* ® contribui de forma positiva para a prática da terapia ocupacional, pois é capaz de reconhecer padrões de movimento utilizados antes da recepção de uma bola, ou seja, que movimento foram utilizados quando foram recrutados os ajustes posturais antecipatórios para manter a estabilidade postural. Sendo assim, esta é uma área em que os terapeutas ocupacionais colocam uma alta prioridade na avaliação (Westcott, Lowes, & Richardson, 1997) uma vez que a estabilidade postural é fundamental para a execução de todos os movimentos, ou seja, para um bom desempenho ocupacional da criança.

Ao longo da análise de dados foi possível observar que o *BioStage* ® é capaz de identificar padrões de movimentos que as crianças realizam durante, por exemplo, a receção de uma bola, e através deste instrumento, observou-se em que segmento as crianças apresentam maior dificuldade de estabilização do corpo. Assim, este sistema mostra-se útil e é uma mais-valia para a terapia ocupacional, uma vez que pode ser considerado como um complemento ao processo de avaliação pois faz uma análise detalhada, precisa e objetiva e identifica aspetos de difícil mensuração através da observação. Deste modo, pode-se identificar alterações no controlo postural de uma criança numa fase mais precoce de forma mais fácil e precisa, compreendendo-se exatamente o que está na base da dificuldade. Isto é, através deste instrumento o terapeuta ocupacional poderá quantificar limitações funcionais e identificar problemas ao nível do

movimento. Pode-se então concluir, que é um bom contributo para a área pediátrica da terapia ocupacional.

No entanto, o *BioStage* ®, apesar de ter revelado, neste estudo, um bom instrumento para identificar padrões de movimentos em determinadas tarefas, também apresentou algumas limitações. Sendo assim, um dos pontos fracos prende-se com o facto de o sistema não ter capacidade para captar os movimentos de crianças com altura inferior a 1,40 m. Como se verificou na caracterização da amostra, a média da altura das crianças é de 1,43 m. Este facto revelou-se um grande obstáculo porque, algumas das vezes, foi necessário repetir a tarefa para uma boa gravação do sistema, podendo ter influenciado os dados, uma vez que foram realizadas mais tentativas do que o previsto. Outra limitação observada tem a ver com a recolha de dados. Como esta tem que ser feita dentro de um ambiente controlado, pode influenciar de forma negativa os resultados. Além disso, as crianças têm que se dirigir ao local onde o equipamento está instalado, pois este não pode ser portátil e inclui uma calibração delicada. Mais se acrescenta, que o preço bastante elevado deste equipamento dificulta o acesso pela maioria dos investigadores, apresentando, assim, uma grande limitação. Por último, também se observou que o sistema captava de forma mais eficaz os movimentos quando as crianças se encontravam precisamente no centro do sistema. Contudo, a estrutura de suporte do sistema impedia que o avaliador se colocasse precisamente à sua frente e, por este motivo, a criança teve que se deslocar ligeiramente para um dos lados, dificultando a captura do movimento.

Contudo, apesar das limitações supracitadas, podemos referir que o *BioStage* ® é uma ferramenta muito útil para a prática da terapia ocupacional e contribui de forma positiva para uma evolução nesta profissão.

CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo, foi possível perceber que padrões de movimento as crianças realizaram antes da receção bi e unilateral de uma bola. Verificou-se que, em geral, as crianças mais novas e do sexo feminino demonstraram ter menos estabilidade de tronco e pélvis ou menor capacidade de prever com exatidão a trajetória da bola. Além disso, foi também possível observar que os movimentos na receção unilateral foram efetuados com maior amplitude e recrutados mais segmentos, o que significa que, nesta tarefa, as crianças tiveram que efetuar mais APA's que na receção bilateral.

Relativamente ao sistema *BioStage* ®, pode-se considerar que a sua utilização contribui para o processo de avaliação de um terapeuta ocupacional, pois permite identificar padrões de movimento e padrões posturais. Na generalidade, os dados obtidos apontam no mesmo sentido que os estudos. No entanto, torna-se necessário realizar mais estudos na área dos ajustes posturais antecipatórios, aumentando, desta forma, a sua evidência científica.

Pode-se concluir assim, que a principal vantagem deste sistema é que faz uma análise mais detalhada e identifica aspetos de difícil mensuração, que melhora consideravelmente o processo de análise de movimento humano em 3D. Estes aspetos, que o terapeuta ocupacional não conseguiria avaliar por observação ou através da aplicação de um instrumento padronizado, tornam tão pertinente a utilização deste sistema na sua prática clínica. Assim, com base nos resultados do *BioStage* ®, pode-se identificar alterações no controlo postural numa fase mais precoce de forma fácil e precisa, percebendo-se exatamente o que está na base da dificuldade e com uma avaliação mais objetiva e precisa pode-se traçar programas de intervenção mais adequados numa fase posterior.

Contudo, é pertinente apontar algumas limitações a que o estudo esteve sujeito. É de referir a reduzida dimensão da amostra, não sendo uma amostra representativa da população e, por isso, não é possível generalizar os resultados obtidos. Para além disso, o baixo número de crianças na amostra de estudo levou a que houvesse grande dispersão dos resultados e por este motivo, não foi possível encontrar claros padrões de movimento. Outra limitação deste estudo tem a ver com a não existência da gravação das tarefas através de uma câmara de vídeo. A imagem em filme das crianças a realizar as tarefas

revelar-se-ia muito útil para a análise dos resultados, uma vez que poderia comparar-se, de forma sincronizada, com as imagens do esqueleto que o sistema capta e poderia observar-se com mais exatidão o momento da receção da bola. Mais se acrescenta que a presença de uma plataforma de força e de uma eletromiografia seria fundamental para uma completa análise do movimento em 3D, para posterior comparação com os resultados dos estudos realizados sobre a temática até à data.

Finalmente importa destacar, que muitos estudos podem e devem ainda ser feitos em relação a esta temática e deixamos de seguida, algumas sugestões que julgamos pertinentes. Assim, para além da realização de um estudo com um maior número de participantes, permitindo retirar resultados mais significativos para a população, seria também interessante comparar padrões de movimentos de crianças desta faixa etária com adultos. Seria também pertinente a realização de um estudo experimental, que avaliasse os padrões das crianças com menor estabilidade do tronco e pélvis inicialmente e, depois de implementar um programa de intervenção, voltar a avaliar para verificar que houve evoluções. Para além disso, verificar a influência de outras tarefas perturbadoras do equilíbrio (como chutar uma bola ou lançar uma bola) também podem ser hipóteses para o futuro, bem como verificar diferenças nos padrões de movimento entre crianças com desenvolvimento normal e crianças com patologia, como por exemplo, paralisia cerebral, autismo ou síndrome de down.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolph, K.E., & Avolio, A.M. (2000). Walking Infants Adapt Locomotion to Changing Body Dimensions. *Journal of Experimental Psychology*, 26 (3), 1148-1166.
- Adolph, K.E., Vereijken, B., & Shrout, P.E. (2003). What Changes in Infant Walking and Why. *Child Development*, 74 (2), 475-497.
- Aruin, A.S. (2002). The Organization of Anticipatory Postural Adjustments. *Journal of Automatic Control*, 12, 31-37.
- Aruin, A. S., & Latash, M. L. (1995). Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. *Experimental Brain Research*, 103 (2), 323-332.
- Aruin, A.S., Ota, T., & Latash, M.L. (2001). Anticipatory postural adjustments associated with lateral and rotational perturbations during standing. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 39-51.
- Ary, D., Jacobs, L.C., Sorensen, C., & Razavieh, A. (2010). *Introduction to Research in Education*. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Assaiante, C. (1998). Development of locomotor balance control in healthy children. *Neurosci Biobehav Rev*, 22 (4), 527-532.
- Assaiante, C., Woollacott, M., & Amblard, B. (2000). Development of postural adjustment during gait initiation: Kinematic and EMG analysis. *Journal of Motor Behavior*, 32, 211-226.
- Babbie, E. R. (2010). *The Practice of Social Research* (20 ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Bacsi, A.M. & Colebatch, J.G. (2005). Evidence for relex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp Brain Res*, 160 (1), 22-8.
- Balakrishnan, T. & Rao, C.S. (2007). Interrater reliability of bilateral coordination of Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency (BOTMP) Performance of Indian children compared with USA norms. *The Indian Journal of Occupational Therapy*, 38 (3), 55-60.
- Bard, C., Fleury, M., Carriere, L., & Bellec, J. (1981). Components of the coincidence-anticipation behavior of children aged from 6 to 11 years. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 547-556.
- Barela, J.A., Jeka, J.J., & Clark, J.E. (2003). Postural control in children: Coupling to dynamic somatosensory information. *Exp Brain Res*, 150, 434-442.
- Benguigui, N., Broderick, M.P., Baurès, R., & Amorim, M. (2008). Motion prediction and the velocity effect in children. *British Journal of Developmental Psychology*, 26 (3), 389-407.
- Berg, W.P. & Strang, A.J. (2012). The Role of Electromyography (EMG) in the Study of Anticipatory Postural Adjustments. In Cap 4 Applications of EMG in Clinical and Sports Medicine. USA: Catriona Steele.
- Berk, L.E. (2006). *Child Development* (7 ed.). Boston: Pearson Education, Inc.
- Bouisset, S., & Zattara, M. (1987). Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *Journal of Biomechanics*, 20 (8), 735-742.
- Bouisset, S., Richardson, J., & Zattara, M. (2000). Are amplitude and duration of anticipatory postural adjustments identically scaled to focal movement parameters in humans? *Neuroscience Letters*, 278 (3), 153-156.
- Bowling, A. (2002). *Research methods in health: investigating health services* (2 ed.). New York: Open University Press.
- Bradley, N.S. & Westcott, S.L. (2006). Motor control: developmental aspects of motor control in skill acquisition. In S.K. Campbell, D.W.V. Linden, & R.J. Palisano (3 ed.). *Physical Therapy for Children*. St. Louis: Saunders Elsevier.
- Brown, S.P., Miller, W.C. & Eason, J.M. (2006). *Exercise physiology: basis of human movement in health and disease*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

- Burton, A.W. & Rodgeron, R.W. (2003). The development of throwing behavior. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. van der Kamp, & S.J. Bennett. *Development of movement co-ordination in children: applications in the fields of ergonomics, health sciences and sport*. London: Taylor Francis Group.
- Bruininks, R. H. (1978). Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Examiner's Manual. Circle Pines, MN: American Guidance Service.
- Burns, N. & Grove, S.K. (2005). *The practice of nursing research: conduct, critique, and utilization* (5 ed.). Missouri: Elsevier Saunders.
- Campbell, S.K. (2006). The Child's Development of Functional Movement. In S.K. Campbell, D.W.V. Linden, & R.J. Palisano (3 ed.). *Physical Therapy for Children*. St. Louis: Saunders Elsevier.
- Case-Smith, J. (2010). Development of Childhood Occupations In Occupational Therapy. In J. Case-Smith & J.C. O'Brien (6 ed.). *Occupational Therapy for Children*. USA: Mosby Elsevier.
- Charlesworth, R. (2011). *Understanding child development* (8 ed.). Belmont: Wadsworth Cengage Learning.
- Click, P.M., & Parker, J. (2011). *Caring for School-Age Children* (6 ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Creswell, J.W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (2 ed.). United States of America: Sage Publications.
- Coluccini, M., Maini, E.S., Martelloni, C., Sgandurra, G., & Cioni, G. (2007). Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture*, 25, 493-501.
- Commissaris, D.A.C.M. & Toussaint, H.M. (1997). Anticipatory postural adjustments in a bimanual, whole body lifting task with an object of known weight. *Human Movement Science*, 16: 407-431.
- Daprati, E., & Gentilucci, M. (1997). Grasping an illusion. *Neuropsychologia*, 35 (12), 1577-1582.
- Delahunt, J.Z. (2002). Motor Development. In N.J. Salkind. *Child Development*. New York: Macmillan Reference USA.
- Duger, T., Bumin, G., Uyanik, M., Aki, E., & Kayihan, H. (1999). The assessment of Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency in children. *Pediatric Rehabilitation*, 3 (3), 125-131.
- Eliasson, A.C., & Gordon, A.M. (2000). Impaired force coordination during object release in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 42, 228-34.
- Enoka, R.M. (2008). *Neuromechanics of Human Movement* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Exner, C.E. (2010). Evaluation and Interventions to Develop Hands Skills. In J. Case-Smith & J.C. O'Brien (6 ed.). *Occupational Therapy for Children*. USA: Mosby Elsevier.
- Fairbrother, J.T. (2010). *Fundamentals of Motor Behavior*. Champaign: Human Kinetics.
- Filipčič, T. (2010). A Comparison of time characteristics in ball catching between children with and without Down's Syndrome. *Acta Univ. Palacki. Olomuc., Gymn.*, 40 (1), 61-67.
- Fisher, A.G. (2005). *Assessment of motor and process skills* (6 ed.). Colorado: Three Star Press.
- Fisher, A. (2006). Overview of performance skills and client factors. In H. Pendleton & W. Schultz-Krohn (Eds.), *Pedretti's occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction*. St. Louis: Mosby/Elsevier.
- Flanagan, J.R., & Johansson, R.S. (2002). Hand Movements. *Encyclopedia of the Human Brain*, 2, 399-414.
- Friedli, W.G., Cohen, L., Hallett, M., Stanhope, S., & Simon, S.R. (1988). Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements. II. Biomechanical analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 51, 232-243.
- Gallahue, D.L., & Ozmun, J.C. (2002). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults* (5 ed.). USA: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gavrila, D. M. (1999). The Visual Analysis of Human Movement: A Survey. *Computer Vision and Image Understanding*, 73(1), 82-98.
- Geerts, W.K., Einspieler, C., Dibiasi, J., Garzarolli, B., & Bos, A.F. (2003). Development of manipulative hand movements during the second year of life. *Early Human Development*, 75, 91-103.

- Gerrish, K., & Lacey, A. (2010). *The Research Process in Nursing* (6 ed.). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Gjelsvik, B.E.B. (2008). *The Bobath Concept in Adult Neurology*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Girolami, G.L., Shiratori, T., & Aruin, A.S. (2010). Anticipatory postural adjustments in children with typical motor development. *Exp Brain Res*, 205, 153–165.
- Gravetter, F.J., & Forzano, L.B. (2012). *Research Methods for the Behavioral Sciences* (4 ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.
- Goodwin, C.J. (2010). *Research in Psychology: Methods and Design* (6 ed.). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Hadders-Algra, M. (2002). Variability in infant motor behavior: A hallmark of the healthy nervous system. *Infant Behavior & Development*, 25, 433–451.
- Hallemans, A., Clercq, D., Otten, B., & Aerts, A. (2005). 3D joint dynamics of walking in toddlers: A cross-sectional study spanning the first rapid development phase of walking. *Gait & Posture*, 22, 107–118.
- Hatzitaki V, Zisi V, Kollias I, & Kioumourtzoglou E (2002) Perceptual-motor contributions to static and dynamic balance control in children. *Journal of Motor Behavior*, 34 (2), 161–170.
- Hay, L. & Redon, C. (2001). Development of postural adaptation to arm raising. *Exp Brain Res* 139 (2), 224–232.
- Haywood, K.M. & Getchell, N. (2009). *Life span motor development* (5 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Heriza, C. (1991). Motor Development: Traditional and Contemporary Theories. In Foundation for Physical Therapy. *Contemporary Management of Motor Control Problems: Proceedings of the II Step Conference*. USA: Foundation for Physical Therapy, Incorporated.
- Hicks, C. (2004). *Research methods for clinical therapists: Applied project design and analysis* (4 ed.). Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Hodges, P.W., & Richardson, C.A. (1999). Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 1005-1012.
- Holt, K.G., Saltzman, E., Ho, C.L., Kubo, M., & Ulrich, B.D. (2006). Discovery of the Pendulum and Spring Dynamics in the Early Stages of Walking. *Journal of Motor Behavior*, 38 (3), 206-218.
- Horak, F.B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical therapy*, 67 (12), 1881-1885.
- Horak, F.B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural central of balance to prevent falls. *Age and Ageing* , 35, 117-21.
- Horak ,F.B, Henry, S.M., & Shumway-Cook, A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical Therapy*, 77 (Suppl 5), 517-33.
- Horak, F. B., & Macpherson, J. M. (1996). Postural orientation and equilibrium. In L. B. Rowell & J. T. Shepard (Eds.), *Handbook of physiology*. New York: Oxford University Press.
- Horak, F.B., & Nashner, L.M. (1986). Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*, 81, 1369-1381.
- Houser, J. (2012). *Nursing research: reading, using and creating evidence* (2 ed.). Sudbury: Jones & Bartlett Learning, LLC.
- Humphriss, R., Hall, A., May, M., & Macleod, J. (2011). Balance ability of 7 and 10 year old children in the population: Results from a large UK birth cohort study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75, 106–113.
- Isaacs, L.D. (1980). Effects of ball size, ball color, and preferred color on catching by young children. *Perceptual and Motor Skills*, 51, 583-586.
- Ionescu, E., Morlet, T., Froehlich, P., & Ferber-Viart, C. (2006). Vestibular assessment with Balance Quest: Normative data for children and young adults. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70, 1457 - 1465.

- Ito, M. (2000). Mechanisms of motor learning in the cerebellum. *Brain Research*, 886, 237–245.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2010). *Educational Research: quantitative, qualitative and mixed approaches* (4 ed.). California: Sage Publications.
- Johnston, L.M., Burns, Y.R., Brauer, S.C., & Richardson, C.A. (2002). Differences in postural control and movement performance during goal directed reaching in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 21, 583-601.
- Keenan, T. & Evans, S. (2009). *An introduction to child development* (2 ed.). London: Sage Publications Ltd.
- Kiselev, S., Espy, K., & Sheffield, T. (2009). Age-related differences in reaction time task performance in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 44, 150-166.
- Krishnamoorthy, V., Latash, M.L., Scholz, J.P., & Zatsiorsky, V.M. (2003). Muscle synergies during shifts of the center of pressure by standing persons. *Exp Brain Res*, 152, 281-92.
- Kuhlman, J.S. & Beitel, P.A. (1989). Age/sex/experience: possible explanations of differences in anticipation of coincidence. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 1283-1289.
- Kuhtz-Buschbeck, J.P., Stolze, H., Jöhnk, K., Boczek-Funcke, A., & Illert, M. (1998). Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research*, 122, 424–432.
- Kumar, R. (2005). *Research methodology – a step-by-step guide for beginners* (2 ed.). London: Sage Publications.
- Kuhtz-Buschbeck, J.P., Stolze, H., Jöhnk, K., Boczek-Funcke, A., & Illert, M. (1998). Development of prehension movements in children: a kinematic study. *Experimental Brain Research*, 122, 424–432.
- Kurtz, L. (2008). *Understanding Motor Skills in Children with Dyspraxia, ADHD, Autism, and Other Learning Disabilities: a guide to improving coordination*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- LaBouff, P. (2002). Motor Control Theory, Intervention Approaches, and MOVE. *The British Journal of Occupational Therapy*, 65 (6), 269-274.
- Larin, H.M. (2006). Motor Learning: theories and strategies for the practitioner. In S.K. Campbell, D.W.V. Linden, & R.J. Palisano (3 ed.). *Physical Therapy for Children*. St. Louis: Saunders Elsevier.
- Latash, M.L. (2008). *Neurophysiological basis of movement* (2 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Levine, K.J. (1995). *The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency: usefulness for assessing writing disorders*.
- Li, X., & Aruin, A.S. (2007). The effect of short-term changes in the body mass on anticipatory postural adjustments. *Experimental Brain Research*, 181, 333-346.
- Lisot, J.A., & Cavalli, M.O. (1995). O teste de Proficiência Motora de Bruininks-Oseretsky: uma análise descritiva. *Movimento*, 2, 46-58.
- Long, T., & Toscano, K. (2002). *Handbook of pediatric physical therapy* (2 ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Malina, R.M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation and physical activity* (2 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Mariñas, A.P. (2007). *The art of Throwing: practical instruction for better techniques*. North Clarendon: Tuttle Publishing.
- Massion, J. (1992). Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*, 38, 35-36.
- Massion, J. (1998). Postural control systems in developmental perspective. *Neuroscience Behav Rev*, 22 (4), 465-472.
- McBurney, D.H., & White, T.L. (2009). *Research Methods* (8 ed.). United States of America: Wadsworth Cengage Learning.
- Mitchell, M.L., & Jolley, J.M. (2010). *Research Design Explained* (8 ed.). Belmont: Wadsworth, Cengage Learning.

- Moeslund, T.B., & Granum, E. (2001). A Survey of Computer Vision-Based Human Motion Capture. *Computer Vision and Image Understanding*, 81, 231–268.
- Monson, E.R., & Horn, L.V. (2008). *Research: successful approaches* (3 ed.). USA: American Dietetic Association.
- Moreira, N.R., Fonseca, V., & Diniz, A. (2000). Proficiência Motora em crianças normais e com dificuldades de aprendizagem: estudo comparativo e correlacional com base no teste de Proficiência Motora de Bruininks-Oseretsky. *Revista da Educação Física*, 11 (1), 11-26.
- Morrow, J.R., Jackson, A.G., Disch, J.G., & Mood, D.P. (2011). *Measurement and Evaluation in Human Performance* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Nashner, L.M. (1982). Adaptation of human movement to altered environments. *Trends in Neurosciences*, 5, 358-361.
- Nashner, L.M. (1997). Practical biomechanics and physiology of balance. In: G.P. Jacobson, C.W. Newman, & J.M. Kartush. *Handbook of Balance Function Testing*. London: Singular Publishing Group.
- Organic Motion (2010). *BioStage: intelligent motion capture for the life sciences*. Movement without Limits.
- Organic motion (2010b). *Computer Vision Systems: BioStage™ for the Life Sciences*. Draft Version.
- O'Brien, J., & Williams, H. (2010). Occupational Therapy Intervention: Performance Areas. In J. Case-Smith & J.C. O'Brien (6 ed.). *Occupational Therapy for Children*. USA: Mosby Elsevier.
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2002). *Human motor development: A lifespan approach*. Boston: McGraw-Hill.
- Piek, J.P. (2006). *Infant Motor Development*. Champaign: Human Kinetics.
- Pufall, P.B., & Dunbar, C. (1992). Perceiving whether or not the world fiords stepping onto and over: A developmental study. *Ecoloscal Psychology*, 1, 17-38.
- Radomski, M.V., & Latham, C.A.T. (2008). *Occupational therapy for physical dysfunction*. (6 ed). USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Rajamanickam, M. (2001). *Statistical Methods In Psychological And Educational Research*. New Delhi: Concept Publishing Company.
- Ratanapinunchai, J., & Silsupadol, P. (2001). Factors Influencing Self-selected Throwing Styles of Young Children under the Maximum Distance Thrown Effort. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci*, 34 (3), 190-201.
- Ribeiro, J.L.P. (2008). *Metodologia de investigação em psicologia e saúde* (2 ed.) Porto: Legis.
- Richardson, P.K. (2010). Use of Standardized Tests in Pediatric Practice. In J. Case-Smith & J.C. O'Brien (6th ed.). *Occupational Therapy for Children*. USA: Mosby Elsevier.
- Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static standing balance in children. *Neuroscience Letters*, 376, 133-136.
- Roncesvalles, M.N., Woollacott, M.H., & Jensen, J.L. (2001). Development of Lower Extremity Kinetics for Balance Control in Infants and Young Children. *Journal of Motor Behavior*, 33 (2), 180-192.
- Rosenbaum, D.A. (2010). *Human Motor Control* (2 ed.). California: Elsevier Inc.
- Santos, M.J., Kanekar, N. & Aruin, A.S. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 2. Biomechanical analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 398–405.
- Savelsbergh, G., Davids, K., van der Kamp, J., & Bennett, S.J. (2003). Theoretical perspectives on the development of movement co-ordination in children. In G. Savelsbergh, K. Davids, J. van der Kamp, & S.J. Bennett. *Development of Movement Co-ordination in Children: applications in the fields of ergonomics, health sciences and sport*. London: Taylor & Francis Group.
- Schepens, B., Willems, P. A., & Cavagna, G. A (1998). The mechanics of running in children. *Journal of Physiology*, 509 (3), 927-940.

- Schmidt, R.A., & Lee, T.D. (2005). *Motor Control and Learning: a Behavioral Emphasis* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A., & Wrisberg, C.A. (2008). *Motor learning and performance: a situation-based learning approach* (4 ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M.F. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research*, 146, 142–154.
- Schum, N., Jovanovic, B., & Schwarzer, G. (2011). Ten- and twelve-month-olds' visual anticipation of orientation and size during grasping. *Journal of Experimental Child Psychology*, 109, 218–231.
- Sekaran, S.N., Reid, S.L., Chin, A.W., Ndiaye, S. & Licari, M.K. (2011). Catch! Movement kinematics of two-handed catching in boys with Developmental Coordination Disorder. *Gait & Posture*, GAIPOS-3467.
- Shala, M. (2009). Assessing gross motor skills of Kosovar preschool children. *Early Child Development and Care*, 179 (7), 969 - 976.
- Shiratori, T., & Latash, M. (2000). The roles of proximal and distal muscles in anticipatory postural adjustments under asymmetrical perturbations and during standing on rollerskates. *Clinical Neurophysiology*, 111, 613-623.
- Sim, J., & Wright, C. (2000). *Research in Health Care: concepts, designs and methods*. United Kingdom: Stanley Thomas.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M.H. (2007). *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice* (3 ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sparto, P.J., Redfern, M.S., Jasko, J.G., Casselbrant, M.L. Mandel, E.M., & Furman, J.M. (2006). The influence of dynamic visual cues for postural control in children aged 7–12 years. *Exp Brain Res*, 168, 505–516.
- Stommel, M., & Wills, C. E. (2004). *Clinical research: concepts and principles for advanced practice nurses*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Streepey, J.W., & Angulo-Kinzler, R.M. (2002). The role of task difficulty in the control of dynamic balance in children and adults. *Human Movement Science*, 21, 423–438.
- Taylor, G.R. (2005). *Integrating quantitative and qualitative methods* (2 ed.). Oxford: University Press of America.
- Tecklin, J.S. (2008). *Pediatric Physical Therapy* (4th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ting, L.H. (2007). Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of posture. *Prog Brain Res*, 165, 299-321.
- Thomas, K.T., Lee, A.M., & Thomas, J.R. (2008). *Physical education methods for elementary teachers*. Champaign: Human Kinetics.
- Todman, J., & Dugard, P. (2001). *Single-case and small-n experimental designs: A practical guide to randomization tests*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Utley, A., & Astill, S. (2008). *Motor Control, Learning and Development*. New York: Taylor & Francis Group.
- van der Fits, I. B.M., Klip, A.W. J., Van Eykern, L. A., & Hadders-Algra, M. (1999). Postural adjustments during spontaneous and goal-directed arm movements in the first half year of life. *Behavioural Brain Research*, 106: 75–90.
- van de Kamp, C., & Zaal, F.T.J.M. (2007). Prehension is really reaching and grasping. *Experimental Brain Research*, 182, 27–34.
- Vlasic, D., Adelsberger, R., Vannucci, G., Barnwell, J., Gross, M., Matusik, W., & Popovi, J. (2007). Practical Motion Capture in Everyday Surroundings. *ACM Transactions on Graphics*, 26 (3).
- Venetsanou, F., Kambas, A., Aggeloussis, N., Fatouros, I., & Taxildaris, K. (2009). Motor assessment of preschool aged children: A preliminary investigation of the validity of the Bruininks–Oseretsky test of motor proficiency – Short form. *Human Movement Science*, 28, 543 - 550.

- Wang, L., Hu, W., & Tan, T. (2003). Recent developments in human motion analysis. *Pattern Recognition*, 36: 585 – 601.
- Watt, S.J., Bradshaw, M.F., Clarke, T.J., & Elliot, K.M. (2003). Binocular vision and prehension in middle childhood. *Neuropsychologia*, 41, 415–420.
- Weeks, D.J., Chua, R., & Elliott, D. (2000). *Perceptual-Motor Behavior in Down Syndrome*. Champaign: Human Kinetics.
- Westcott, S.L., Lowes, L.P., & and Richardson, P.K. (1997). Evaluation of Postural Stability in Children: Current Theories and Assessment Tools. *Physical therapy*, 77, 629-645.
- Whitall, J., & Getchell, N. (1995). From walking to running; using a dynamical systems approach on the development of locomotor skills. *Child Development*, 67, 1541 -1553.
- Woo, E., Burns, Y., & Johnston, L. (2003). The effect of task uncertainty on muscle activation patterns in 8–10-year-old children. *Physiotherapy Research International*, 8 (3), 143–154.
- Woollacott M.H., & Shumway-Cook A. (1990). Changes in posture control across the life span: a systems approach. *Phyils Ther*, 70 (12), 799-807.
- Zastrow, C.H., & Kirst-Ashman, K. K. (2010). *Understanding Human Behavior and the social environment* (8 ed.). Belmont: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Zattara, M., & Bouisset, S. (1988). Posturo-kinetic organisation during the early phase of voluntary upper limb movement. 1. Normal subjects. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 51 (7), 956-965.

Anexo I

Declaração de consentimento informado

Conforme a lei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008)

Designação do Estudo: Parametrização do comportamento motor em crianças entre os seis e os dez anos de idade.

Eu, abaixo-assinado _____,
na qualidade de representante legal de _____:

Fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a parametrizar o comportamento motor de crianças entre os seis e os dez anos de idade, através da aplicação do teste de avaliação de competências motoras - *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* - no sistema de captura e parametrização do movimento em tempo real *BioStage*®.

Sei que neste estudo está prevista a realização de análise do movimento com base nos instrumentos supracitados, tendo-me sido explicado em que consistem. Também sei que os dados apenas podem ser recolhidos no Porto Interactive and Rehabilitation Center nas instalações da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pelo que é necessária a deslocação até este local.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a autorizar a participação do meu educando ou interromper a qualquer momento a sua participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Autorizo de livre vontade a participação daquele que legalmente represento no estudo acima mencionado.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome dos Investigadores e Contactos: Diana Lima (966551995), Teresa Ferreira (934124055)

Data

____/____/____

Assinatura

Anexo II

Protocolo de atuação – BioStage ®

- Cada criança é avaliada individualmente e num único momento.
- Um observador aplica o teste (avaliador 1) e o outro permanece no computador a monitorizar o programa (avaliador 2), indicando os momentos de início e término de cada uma das tarefas.

1. O avaliador marca dois pontos na superfície do equipamento, conforme a figura 1.

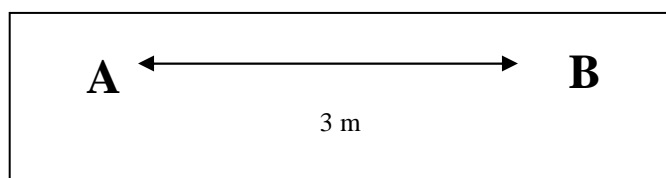


Figura 1 – Pontos de referência

2. Os avaliadores calibram o equipamento conforme o manual de utilização.
3. A criança retira o calçado e veste uma camisola de manga comprida escura e meias da mesma cor.
4. A criança coloca-se no centro do equipamento (ponto B) e o avaliador 1 coloca-se no ponto A, ambos na posição de pé.
5. A criança permanece imóvel cerca de 10 segundos na posição “T” (pés juntos, ombros a 90° de flexão e de abdução e cotovelos em extensão).

6. A criança permanece imóvel cerca de 10 segundos na posição anatómica.
7. O avaliador 1 lança a bola de ténis para a criança, fazendo ressaltar a mesma no chão. A criança recebe a bola com as duas mãos e lança-a da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.
8. O avaliador 1 lança a bola de ténis para a criança, fazendo ressaltar a mesma no chão. A criança recebe a bola com a mão preferida e lança-a com a mesma mão para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.
9. O avaliador 1 lança a bola de ténis por baixo para a criança, esta recebe-a com as duas mãos e lança-a da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.
10. O avaliador 1 lança a bola de ténis por baixo para a criança utilizando uma mão. A criança recebe a bola com a mão preferida e lança-a com a mesma mão e da mesma forma para o avaliador (1 tentativa + 5 hipóteses). O avaliador 2 capta as cinco hipóteses no programa.

